

Analyse van de huidige status van de bodemfauna in de bodembeschermingszones in de Vlaamse Banken

Ilse De Mesel, Vera Van Lancker, Danae Kapasakali, Giacomo Montereale
Gavazzi, Francis Kerckhof (KBIN)

Gert Van Hoey, Jan Wittoeck, Hans Hillewaert, Jan Ranson, Bart Vanellander
en Kris Hostens (ILVO)



Deze opdracht is uitgevoerd in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid Van De Voedselketen En Leefmilieu, Directoraat-Generaal Leefmilieu, Dienst Marien Milieu, met als projectnummer DG5/MM/SVG/16013.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
Introductie.....	7
Aanpak	8
Bodembeschermingszone 1 van het Marien Ruimtelijk Plan.....	9
Introductie	9
Methode.....	10
Staalname en dataverwerking	10
Data analyse	13
KRMS-indicatoren	14
Resultaten	15
Algemene kenmerken zone 1	15
TO analyse	16
KRMS indicatoren.....	20
Visserij impact.....	22
Conclusie	24
Bodembeschermingszone 3 van het Marien Ruimtelijk Plan.....	25
Introductie	25
Onderzoeksstrategie	25
Karakterisering van het fysisch habitat	26
Geologische en morfo-sedimentaire context	26
Methode	28
Resultaten.....	29
Conclusie	32
KRMS indicatoren.....	33
Biologische monitoring	34
Methode	34
Resultaten.....	37
KRMS indicatoren.....	44
Conclusie	46
Dankwoord	47
Referenties	47

Samenvatting

In het Marien Ruimtelijk Plan zijn binnen het Natura 2000-gebied “Vlaamse Banken” twee zones afgebakend die zullen worden gevrijwaard van bodemberoerende activiteiten. In de kustzone is bodembeschermingsgebied 1 gedefinieerd dat wordt gekarakteriseerd door slib tot zandig sediment en een diverse typologie met een dominantie van de biologisch waardevolle *Abra alba* macrobenthos gemeenschap. Bodembeschermingszone 3 is aangeduid ter hoogte van de Hinderbanken, en heeft als doel het grindhabitat en zijn fragiele levensgemeenschappen in de geulen te beschermen.

Het doel van deze studie is de huidige toestand van de bodem en zijn ecologie van bodembeschermingszone 1 en 3 in kaart te brengen zodat toekomstige effecten van uitsluiting van visserij kunnen worden beoordeeld. De opdracht kadert binnen de afspraken omtrent de visserijmaatregelen die vastgelegd zijn in het Belgisch Marien Ruimtelijk Plan en de verplichtingen die voortvloeien uit de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS). Zodoende wordt ook de toestand van de relevante milieudoelen die zijn gedefinieerd binnen de KRMS beoordeeld.

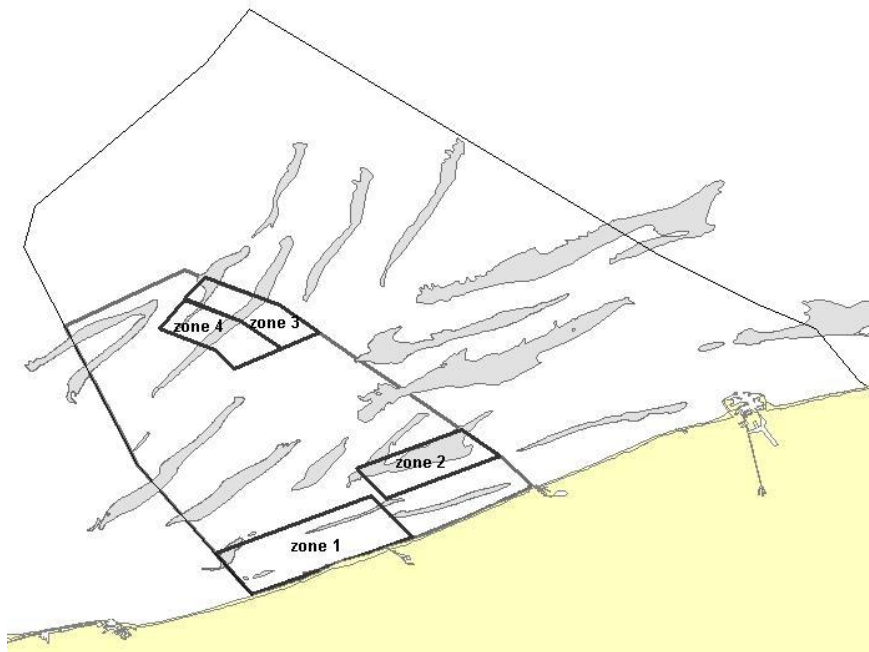
De staalname methodologie die in elke zone is toegepast is afgestemd op het type substraat dat er wordt verwacht. In zone 1 zijn sedimentkarakteristieken en de fauna beschreven op basis van staalnames met een Van Veen grijper. In zone 3 zijn deelgebieden in kaart gebracht met multibeamtechnologie om een gebiedsdekkende kaart van de verwachte sedimenten te produceren en is een combinatie van technieken ingezet om het endobenthos, dat in de bodem leeft, het epibenthos, vastgehecht aan de stenen, en het sediment efficiënt te verzamelen.

Zone 1 wordt gekenmerkt door een hoge soortendiversiteit, densiteit en biomassa in de *Abra alba* gemeenschap, en de KRMS-indicatoren scoren goed. Dit stemt niet helemaal overeen met de verwachtingen, gezien de relatief hoge visserijdruk in het gebied. Dit is gerelateerd aan het feit dat er ook invloed van visserij aanwezig is in de baseline-dataset die wordt gebruikt bij de evaluatie van de KRMS-indicatoren en de hogere diversiteit waarden in deze T0 monitoring ten opzichte van vorige studies. Toch nemen we een trend waar die een significante afname van soortenrijkdom en dichtheid aantoon met toenemende visserijdruk, wat suggereert dat de fauna verder zal evolueren naar een betere toestand als de bodemberoering wordt uitgesloten.

In zone 3 is in één van de geulen een rijke grindzone waargenomen terwijl in de andere twee geulen de grindvoorkomens onregelmatig verspreid zijn. Het voorkomen van de fauna is sterk gerelateerd aan het type sediment dat in de stalen is waargenomen. De soortenrijkdom van het endobenthos wordt positief beïnvloed door de aanwezigheid van stenen en een beperkte fractie aan schelpengruis in de bodem. Beide factoren hebben ook een structurerende rol in de gemeenschapssamenstelling van het endobenthos. Een groot deel van het endobenthos kan als typische grindfauna worden beschouwd wat wijst op een toegevoegde waarde van het grind aan de soortendiversiteit van het gebied. De epifauna is eerder arm. De meeste fragiele typische hard substraat soorten die zijn opgenomen als indicator binnen de KRMS, zoals bijvoorbeeld een spons en een aantal Bryozoa, zijn niet aanwezig in het gebied. De soorten die wel zijn aangetroffen, zoals de mossel *Mytilus edulis* en dodemansduim *Alcyonium digitatum*, komen voor als kleine, onvolgroeide individuen of kolonies. Dit wijst op een slechte score van de milieudoelen in de grindbedden van Zone 3.

Introductie

In het Marien Ruimtelijk Plan zijn er binnen de speciale zone voor natuurbeschoud “Vlaamse Banken” vier bodembeschermingszones afgebakend waar actieve, klassieke bodemberoerende visserijtechnieken zullen worden geweerd. Twee van de vier zones (zone 2 en 4) zijn aangeduid als testgebieden waar wetenschappelijk verantwoorde experimenten naar alternatieve bodemberoerende technieken zullen kunnen plaatsvinden. De monitoring van de effecten van deze technieken, inclusief de baseline monitoring, moet worden opgenomen binnen de testprojecten. In de twee andere zones (zone 1 en zone 3) dient de impact van de visserijmaatregelen opgevolgd te worden via een monitoringsprogramma. In zone 3 zullen alle bodemberoerende technieken volledig worden geweerd, terwijl er in zone 1 enkel nog in beperkte mate garnaalvisserij zal worden toegestaan met een aangepaste boomkor die is uitgerust met rolsloffen. Om op termijn te kunnen evalueren wat het effect is van de beschermingsmaatregelen op het bodemleven binnen deze twee zones moet een duidelijk inzicht in de huidige staat van de macrofauna-gemeenschappen worden verkregen.



Deze opdracht kadert binnen de afspraken omtrent de visserijmaatregelen die vastgelegd zijn in het Belgisch Marien Ruimtelijk Plan (KB van 20/032014) en de verplichtingen die voortvloeien uit artikel 13 van de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS) (2008/56/EG). In het maatregelenprogramma voor de KRMS zijn er bijkomende maatregelen opgesteld en handelt maatregel 26C over de “Monitoring van de bodembeschermingszones”.

De doelstellingen van het onderzoek zijn:

1. Een overzicht van de huidige staat (voorkomen en kenmerken) van de macrofauna in de bodembeschermingszone 1 en bodembeschermingszone 3 van de Vlaamse Banken.
2. Een evaluatie van de relevante milieudoelen met betrekking tot biodiversiteit (Beschrijvend element 1) en zeebodemintegriteit (Beschrijvend element 6) zoals gedefinieerd binnen de KRMS

Aanpak

Zone 1 bevindt zich het dichtst bij de kust en is gekenmerkt door fijn tot grofzandige sedimenten. Zone 3 is afgebakend ter hoogte van de Hinderbanken waar zich natuurlijke grindbedden bevinden. In elk van deze zones is onderzoek uitgevoerd met de meest geschikte technieken om zodoende de nodige gegevens over het voorkomen en de status van de bodemfauna te bekomen, en de basis te leggen voor een opvolging van de KRMS milieudoelen binnen deze zones. Er is gebruik gemaakt van bestaande en nieuw verzamelde gegevens om de toestand van de zeebodem en haar ecologie (e.g. soortenrijkdom, (soort-specieke) densiteiten en biomassa, habitat variabiliteit,...) te beschrijven.

Bodembeschermingszone 1 van het Marien Ruimtelijk Plan

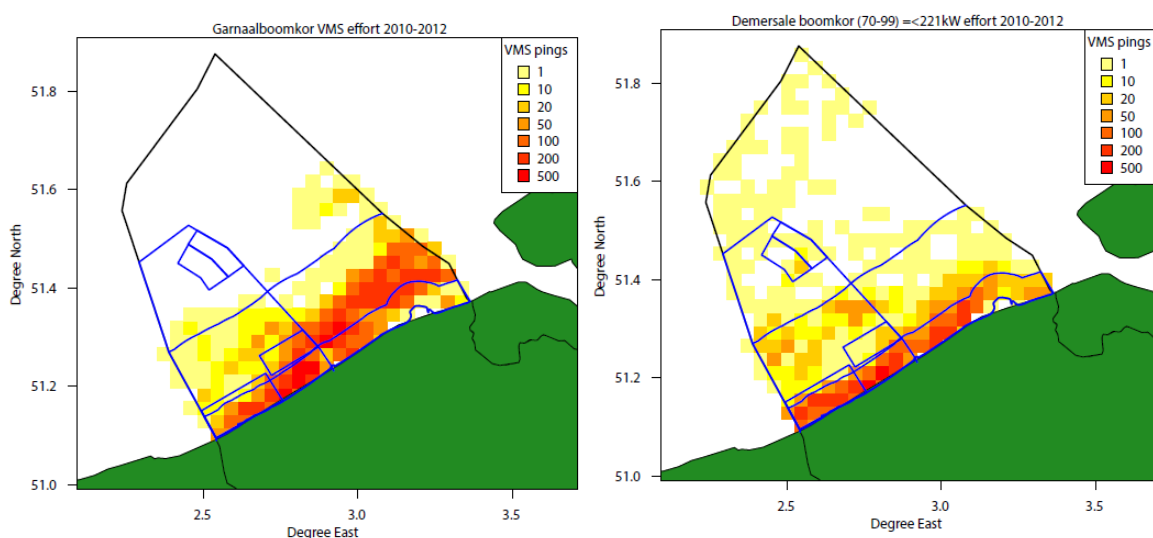
Auteurs: Gert Van Hoey, Jan Wittoeck, Hans Hillewaert, Jan Ranson, Bart Vanellander en Kris Hostens

Introductie

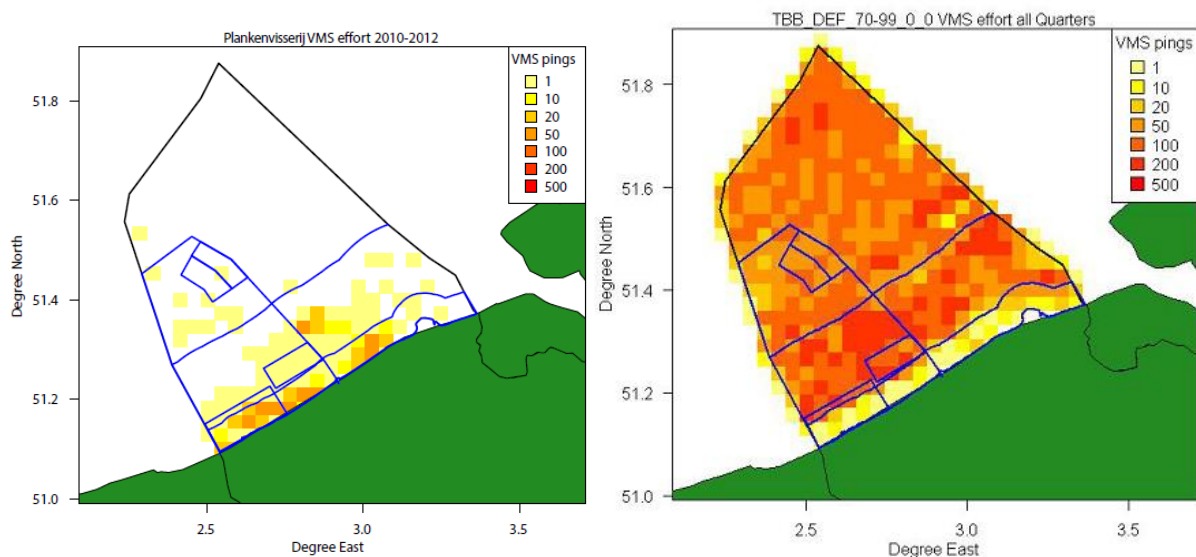
Bodembeschermingszone 1 (verder zone 1) van het Marien Ruimtelijk Plan, gelegen in Natura 2000-gebied, bestaat uit het Trapegeer-Broersbank zandbankcomplex in het Westen en de uitloper van de Stroombank in het Oosten, waarbij het Potje en het Westdiep de twee voornaamste geulsystemen vormen. In het Noorden wordt het gebied begrensd door de Smalbank en Nieuwpoortbank. Deze diverse typologie en gerelateerde sedimentologische diversiteit (van slib tot grofzandig substraat) zorgen voor een hoge diversiteit aan fauna en macrobenthische gemeenschappen in deze zone (Degraer et al., 2002; Van Hoey et al., 2004).

Deze analyse beschrijft de T0 situatie van de macrobenthische gemeenschap om zodoende de mogelijke effecten van de visserijmaatregelen in zone 1 te kunnen evalueren. De focus ligt op een beperkt gebied, gekenmerkt door een relatief hoge visserijactiviteit, en de meest waardevolle macrobenthische gemeenschap, i.e. de *Abra alba* gemeenschap (Van Hoey et al, 2004, 2005, 2007; Derous et al., 2007). Op deze manier wordt de natuurlijke variabiliteit gereduceerd en neemt de statistische kracht toe (i.e. *statistical power*) om effecten waar te kunnen nemen.

De visserij activiteit in zone 1, op basis van gegevens uit 2010-2012, betreft voornamelijk garnaalboomkor visserij en demersale boomkorvisserij (<221kW) (Pecceu et al., 2014) (Figuur 1). Er is ook een beperkte plankenvisserij geregistreerd (Figuur 2). De Nederlandse boomkorvisserij is zeer actief in de Belgische wateren, maar niet binnen de 3-mijl zone. Hierdoor is er enkel in het noordelijk deel van zone 1 een invloed van de Nederlandse boomkorvisserij (Figuur 2).



Figuur 1. Overzicht van de belangrijkste visserij activiteit door de Belgische vloot in het Belgische deel van de Noordzee (Pecceu et al., 2014). Links de Belgische garnaalvisserij en rechts de Belgische demersale boomkor (klein vlootsegment)



Figuur 2. Overzicht van de Belgische plankvisserij (links) en de Nederlandse boomkorvisserij (rechts) in de periode 2010-2012.

Macro-benthische organismen worden in deze studie beschouwd als die soorten die in het sediment leven en bij het opspoen van de stalen achterblijven op een zeef met een maaswijdte van 1 mm. De fysico-chemische eigenschappen worden geëvalueerd op basis van sedimentsamenstelling die een duidelijk verband heeft met de aanwezige fauna (Van Hoey et al., 2004; Degraer et al., 2008). Voor deze studie is er gefocust op het *Abra alba* habitat, een diverse en waardevolle benthische gemeenschap in de Belgische wateren.

Methode

Staalname en dataverwerking

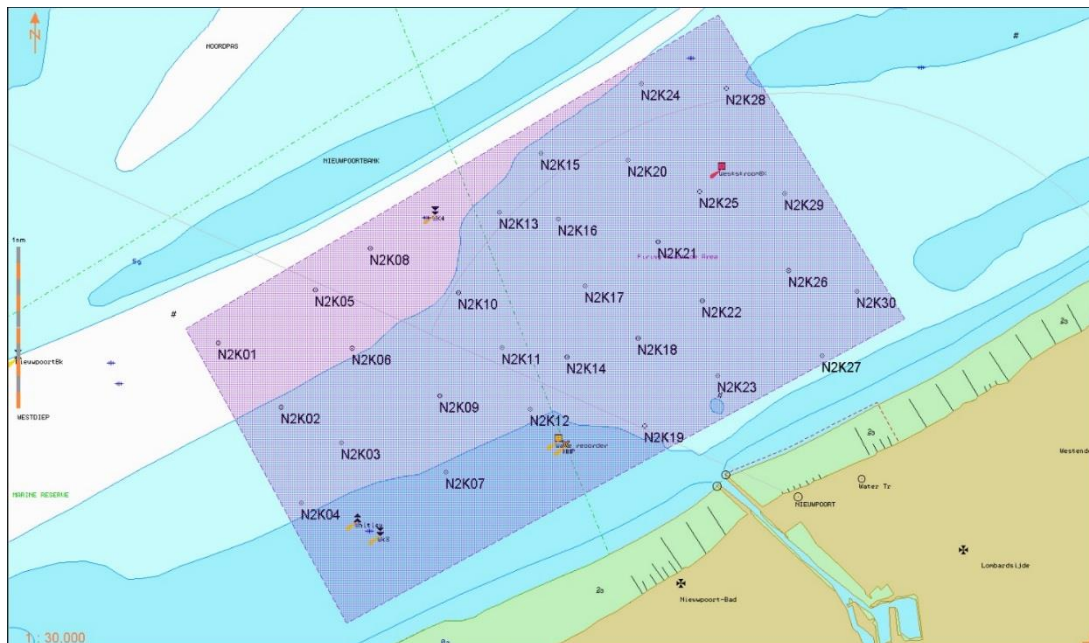
Staalname design

Voor deze studie zijn 30 stalen in het *Abra alba* habitat verzameld, wat een minimaal aantal is om een zekere betrouwbaarheid te creëren, in vergelijking met andere studies:

- Nederland (compensatie Maasvlakte) (Tulp et al., 2015: 411 benthos stalen voor de verschillende habitats in het gebied (gereduceerd naar 238 vanaf 2015). → Doel: een effect verandering van 10% waar te nemen voor abundanties.
- Kaderrichtlijn water monitoring (Van Hoey et al., 2010): BEQI-confidentie analyse: 27 stalen in het *Abra alba* habitat → Doel: met een 75% betrouwbaarheid een halvering of verdubbeling in benthos abundanties detecteren tussen twee datasets. Hiermee kan een verschil van 10-20% in het aantal aanwezige soorten gedetecteerd worden.
- KRMS-referentie dataset België (Van Hoey et al., 2014): Met een inspanning van minder dan 20 stalen vind je bij het nemen van een extra staal gemiddeld twee extra soorten; dit effect neemt af naar minder dan gemiddeld één extra soort vanaf 47 stalen.

De 30 punten zijn min of meer gelijkmatig verspreid in de zone ter hoogte van Nieuwpoort, gekarakteriseerd als potentieel *Abra alba* habitat op basis van de habitat geschiktheidskaart (Degraer et al., 2008) en gelegen dieper dan 5m (Figuur 3). Deze factoren maximaliseren de kans dat de

staalnamepunten representatief zijn voor het *Abra alba* habitat (zie resultaten: algemene kenmerken zone 1). Daarnaast is er een relatief intensieve kustvisserij in deze zone (Figuur 1; Figuur 2).



Figuur 3. Weergave van de positie van de geplande macrobenthos bemonstering in zone1.

In functie van een vergelijking met bestaande waarnemingen zijn de geobserveerde waarden vergeleken met de HABITAT-studie (Degraer et al., 2002) en de monitoring op het lange-termijn station 120 in de periode 1983-2014. Het HABITAT-project betrof een intensieve bemonstering in 2000 van 110 locaties in het Westelijk deel van zone 1 (Degraer et al., 2002). Daarnaast bemonsterde het ILVO sinds de jaren 1980 het station 120 dat gecatalogeerd staat als *Abra alba* gemeenschap. Voor dit station zijn de data van de periode 1983-2014, gezeefd op de 1 mm zeef (sinds 2010 ook 0.5 mm data beschikbaar) geanalyseerd wat betreft trend in aantal soorten en densiteit.

Staalnameprotocol

De ecologische monitoring voor macrobenthos is uitgevoerd volgens de ISO-standard (ISO 16665:2014(E)) ("Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna"). De staalname is uitgevoerd vanop de Stream (rederij Buccinum; <http://users.telenet.be/rederijbuccinum>), die geschikt is om in de zeer ondiepe kustzone te bemonsteren. De staalname campagne is overdag uitgevoerd op 26 Oktober 2016. De staalname procedure is weergegeven in een geaccrediteerd protocol "Algemeen voorschrift AVMCL/004: Behandeling monsters" en wordt hier kort geschetst. De macrobenthosstalen zijn genomen met een Van Veen grijper (0.1m²) en opgevangen in een vergaarbak (Figuur 4).



Figuur 4. Links: Van Veen grijper. Rechts: inhoud van een Van Veen grijper met benaming en datering van het staal.

Op zee zijn de macrobenthosstalen levend gezeefd op een 1 mm zeef en daarna gefixeerd met een formaldehyde-zeewater oplossing (8-10%; pH neutraal). Het volume van het staal werd gemeten door de sediment hoogte te meten in de emmer en bedroeg steeds meer dan 5L (minimum volume voor verdere behandeling). Het uitgezeefde materiaal is gekleurd met eosine om de organismen beter te onderscheiden van het eventueel nog overblijvende sediment.

Biotische dataverwerking

De verwerking van de macrobenthos stalen is gebeurd volgens de ISO- standaard (ISO 16665:2014(E)). Deze procedure is bij ILVO (ANIMALAB) sinds 24/05/2011 geaccrediteerd onder de NBN EN ISO/IEC 17025 norm (Certificaat N°: BELAC T-315; periode 28/04/2016-05/03/2020).

De macrobenthos organismen zijn, indien mogelijk, tot op soortniveau gedetermineerd en geteld, gebruikmakend van de standaard determinatiewerken. We trachten om voor alle taxonomische groepen de meest recente en geüpdatete versies te gebruiken, welke op Europees niveau worden uitgewisseld via het NMBAQCS (National Marine Biological Analytical Quality Control Scheme). Voor het minimumniveau waarop de organismen gedetermineerd dienen te worden, maken we gebruik van ons 'taxonomisch discriminatie protocol'. De verschillende gemeenschapskarakteristieken (densiteit, biomassa, aantal soorten en soortensamenstelling) zijn opgemeten en geanalyseerd per staalname punt. De totale biomassa in nat gewicht (WW) is per soort bepaald door het wegen op een analytische balans (tot op 0.00001 g nauwkeurig). Alle specimen worden daarna bewaard in aparte recipiënten en gearchiveerd voor maximum 5 jaar.

Er is een procedure voor interne en externe kwaliteitscontrole voor de analyses van benthische macrofauna operationeel binnen ANIMALAB. Deze kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd op de volledige procedure met inbegrip van het sorteren (uitpikken van specimen/soorten), identificatie (soorten), tellen (aantal) en wegen (biomassa) van benthische invertebraten aanwezig in het staal. Voor deze opdracht werd er een interne kwaliteitscontrole uitgevoerd op één van de stalen (at random bepaald door kwaliteitscoördinator) uit elke batch (groep van 15 stalen). Dit staal werd opnieuw geanalyseerd door de laboverantwoordelijke of ander geautoriseerd persoon voor bovenvermelde handeling. Een batch wordt pas goedgekeurd indien er voor de te bepalen parameters geen afwijking van meer dan 10% is (ISO 16665norm). Indien er een afwijking is van deze norm zijn er corrigerende maatregelen gedefinieerd in de procedure.

Daarnaast gebeurt er elk jaar een externe kwaliteitscontrole door de participatie in het BEQUALM-NMBAQCS (National Marine Biological Analytical Quality Control Scheme) schema van de UK voor de

component invertebraten (www.nmbaqcs.org), welke own sample test en ring testen omvat. Deze kwaliteitscontrole procedure bepaalt de onzekerheidsschatting op onze benthische parameters (aantal, species, gewicht) en zorgt voor de validatie van onze analyseprocedure.

Abiotische dataverwerking

Eén staal voor fysico-chemische analyse is verzameld door het nemen van een steekbuis (diameter: 3.6 cm) uit elke Van Veen grijper. Dit staal is gedroogd in een droogoven (max. 60°C) waarna de korrelgrootteverdeling is bepaald met behulp van een Malvern Mastersizer 2000G, hydro versie 5.40. Dit toestel werkt volgens een laserdiffractie methode en heeft een meetbereik tussen 0.02 en 2000 µm. De mediane korrelgrootte en de gevraagde korrelgrootteverdeling (als volumepercentages) tot 2 mm worden door dit toestel geleverd. Korrelgroottes boven 2 mm (2-4 mm; >4 mm) is bepaald door een deelstaal te zeven over een zeeftoren, waarna de volumepercentages worden berekend. Tijdens elke campagne is de exacte positie (UTMwgs84), het tijdstip en de meteorologische omstandigheden opgeschreven.

Visserijactiviteit

De visserijactiviteit in zone 1 is geëvalueerd op basis van het aantal VMS pings van de volledige Vlaamse visserijvloot. Desalniettemin betreft het hier voornamelijk het klein kustsegment (Figuur 1). De VMS pings zijn geanalyseerd in een grid van 1 km op 1 km. Een schip wordt beschouwd als vissend bij een snelheid tussen de >1,5 en <7,2 knopen.

Data analyse

Dataset harmonisatie

Een aantal taxa zijn niet meegenomen in de analyses, omdat ze niet relevant bemonsterd zijn (Chaetognatha spp., Ostracoda spp., Mysida spp., *Pinnotheres pisum* (commensaal), Platyhelminthes spp.), of het een juveniel betrof dat op hoger taxonomische niveau gedetermineerd werd (Bivalvia spat, Echinoidea juveniel, Hesionidae juv., Palaemonidae juv., Serpulidae juv., Spionidae juv.). Voor *Mytilus* spat en Nemertea spp. zijn niet altijd de individuen geteld, respectievelijk door hun zeer abundante aanwezigheid of hun fragmentarisch voorkomen. Dit heeft een dataset opgeleverd met 1164 records, betreffende 141 verschillende taxa, waarvan 112 unieke soorten. Dit duidt op het feit dat er voor tal van soorten juvenielen (Polychaeta, Crustacea, Echinodermata) en spat (Bivalvia) stadia zijn onderscheiden. Van deze 141 taxa zijn er 35 taxa die éénmaal waargenomen aan een densiteit van minder dan 3 individuen/0.1 m².

Univariate en multivariate analyse

Als univariate analyse zijn volgende parameters bepaald voor elk staal, namelijk aantal soorten (aantal/0.1m²), densiteit (ind./m²), biomassa (g nat gewicht/m²), Shannon Wiener index (log2), Margalef en Simpson index. De Shannon Wiener index en de Margalef diversiteit index zijn maten voor de soortenrijkdom, waarbij er rekening wordt gehouden met densiteit van de soorten. De Simpson index geeft een maat voor diversiteit, door rekening te houden met de dominantie van soorten. De diversiteit gerelateerde parameters zijn bepaald op een gereduceerde dataset (112 unieke soorten) waarbij er geen rekening is gehouden met de stadia van soorten. De densiteit en biomassa per staal zijn bepaald op de totale dataset (141 taxa).

Een multivariate analyse is uitgevoerd om te bepalen of er verschillen zijn in de stalen in relatie tot soortensamenstelling. Hiervoor is er een cluster analyses (Bray-Curtis similariteit) op een vierde machtswortel getransformeerde dataset uitgevoerd en gevisualiseerd via MDS (multi-dimensional scaling).

De analyses zijn uitgevoerd in de PRIMER v6 software (Clarke and Gorley, 2006).

KRMS-indicatoren

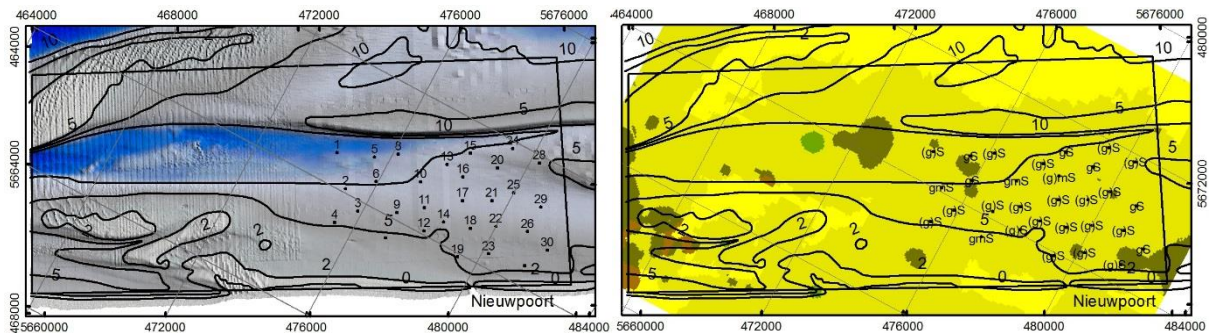
Voor zone 1, waar de toestand van de zachte substraten (focus op *Abra alba* habitat) onder veranderende visserijdruk wordt opgevolgd, wordt er een link gemaakt met de milieudoelen onder de KRMS. Deze doelen zijn indicatoren voor het opmeten van veranderingen in de status van de bodemfauna ten opzichte van gedefinieerde targets. Specifiek betreft het hier 3 milieudoelen:

- De Ecologische kwaliteitscoëfficiënt (EKC) zoals bepaald door BEQI (www.BEQI.eu), een indicator voor de structuur en de kwaliteit van het benthische ecosysteem, hanteert voor elk van de habitattypes een minimumwaarde van 0,60 (Beschikking 2008/915/EG van de Commissie) (milieudoel 10).
 - ➔ Specifiek voor de analyse met betrekking tot BEQI zijn de benthos karakteristieken in de staalname zone vergeleken met de baseline-dataset voor de *Abra alba* gemeenschap in de Belgische kustwateren, gedefinieerd voor de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS) (Van Hoey et al., 2014). Deze vergelijking gebeurt via de BEQI indicator (www.beqi.eu), de benthos indicator geselecteerd door België voor het bepalen van de benthos habitat status voor de KRMS en Kaderrichtlijn Water (KRW; Van Hoey et al., 2010).
- Positieve trend in de gemiddelde dichtheid van de volwassen exemplaren (of frequentie van voorkomen) van minimaal één soort binnen de langlevende en/of zich traag voortplantende soorten en de belangrijkste structurerende benthische soortgroepen in modder tot modderhoudend zand en zuiver fijn tot grindhoudend zand (cf. tabel 3 in aanmelding van de Belgische milieudoelen bij de EC) ((milieudoel 11).
 - ➔ Voor het *Abra alba* habitat betreft dit voornamelijk de habitatstructurerende soorten (*Lanice conchilega*, *Owenia fusiformis*, *Lagis koreni*) en grotere tweekleppigen, zoals *Venerupis corrugata*, *Mya truncata* en *Lutraria lutraria*. Aangezien het over een T0 staalname gaat, kan er geen trend opgesteld worden voor dit gebied, maar enkel een weergave naar hun voorkomen tijdens de T0 staalname.
- Het mediane benthische bioturbatiepotentieel in de lente (BPc) in het *Abra alba* habitatype is groter dan 100 (milieudoel 12).
 - ➔ Dit milieudoel dient opnieuw gedefinieerd te worden, aangezien deze en de KRMS-monitoring in het najaar wordt uitgevoerd. “De bioturbatie potentiaal (BPc), een indicator voor het functioneren van het benthische ecosysteem, hanteert voor de *Abra alba* gemeenschap type in het najaar een minimumwaarde van 0.60 (zoals bepaald via BEQI-procedure EMT10).” Praktisch wordt de BPc van de T0 monitoring vergeleken met de BPc-waarden van de *Abra alba* gemeenschap uit baseline-dataset voor de KRMS (Van Hoey et al., 2014) via de BEQI-tool.

Resultaten

Algemene kenmerken zone 1

Fysische karakteristieken

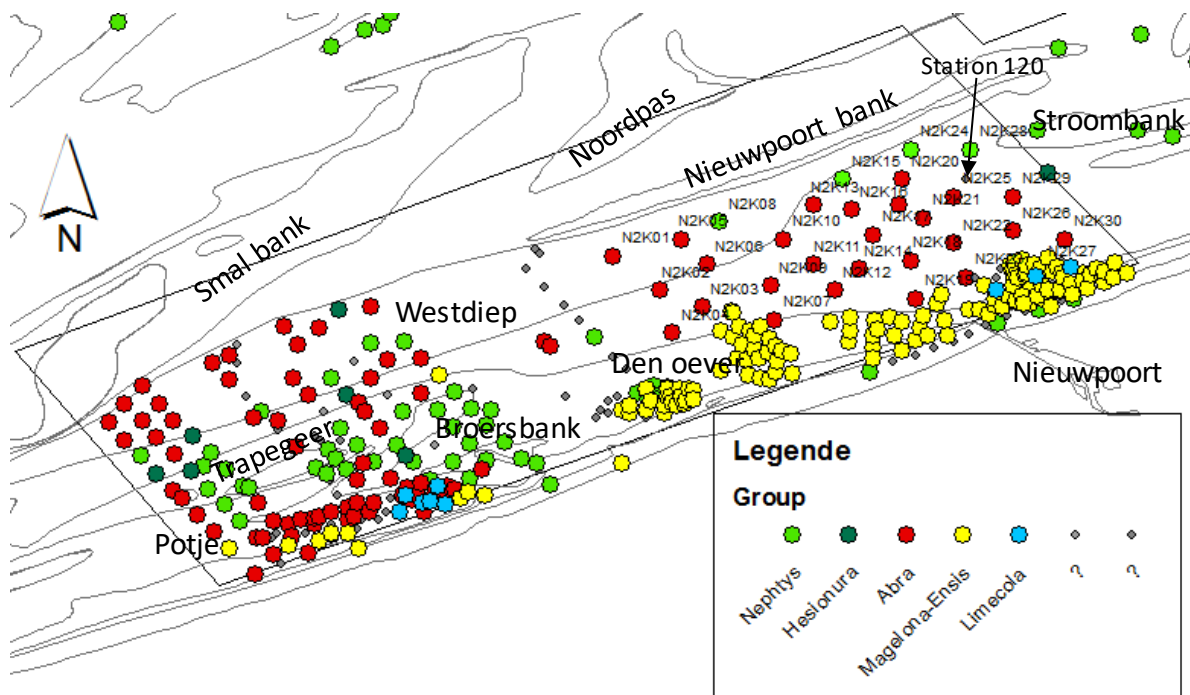


Figuur 5. Links: Diepteterreinmodel (extract Vlaamse Hydrografie, 2017; Rechts: Sedimentsamenstelling in zone 1, weergegeven met een Folk classificatie die sedimentvoorkomens typeert op basis van percentages grind, zand en de fractie $<63\mu\text{m}$ (sediCURVE extract, Van Lancker, 2009).

Zone 1 is gekenmerkt door een diverse typologie, waarbij de kustbanken Nieuwpoortbank en Stroombank ondieper zijn dan -5 m LAT (Figuur 5). De geulen zijn tot -15 m LAT diep met lokaal aansnijding van Paleogene klei. In het zandbankengebied nabij de Franse grens komen de ondieptes bij extreem springtij bloot te liggen. Zandduinen komen voor in het ondiepe zandbanken gebied nabij de Frans-Belgische grens. De staalname locaties zijn overwegend gelegen tussen de -5 en -10 m LAT in het oostelijk deel. De sedimentologische kaart (Figuur 5) toont aan dat het gebied wordt gedomineerd door zandige sedimenten (zand (S, geel) en licht grindig zand ((g)S, grijsgeel) wanneer er een bijmenging is van schelpengruis). Lokaal komt zandig slib tot slib voor (bruintinten, SM-M).

Biologische karakteristieken

Door de diverse typologie en sedimentologie wordt het gebied gekenmerkt door diverse macrobenthische gemeenschappen (Figuur 6). Dit blijkt uit de studie van Breine et al. (in prep.) op de macrobenthische data van UGent en ILVO uit de periode 1994-2012, welke de KRMS-baseline-dataset vormt (Van Hoey et al., 2014). De *Abra alba* gemeenschap is het meest verspreid waargenomen, zich voornamelijk situerend in de geul systemen (Potje, Westdiep) en de nieuw bemonsterde zone. Het merendeel van de T0 stalen (26 van de 30) kunnen worden gecatalogeerd als *Abra alba* gemeenschap, door hun typische soortensamenstelling en hoge diversiteit (zie verder). De ondiepere banken (Trapegeer, Broersbank, Stroombank) zijn hoofdzakelijk gekenmerkt door de *Nephtys cirrosa* gemeenschap. De stalen uit de ondiepe kustzone (< 5 m; Den Oever en rond Nieuwpoort) worden hoofdzakelijk gekenmerkt door de *Magelona spp.- Ensis directus* gemeenschap. Deze nieuwe gemeenschap (cf Van Hoey et al., 2004) wordt aangetroffen in fijn zanderige sediment in de ondiepe kustzone (<5 m) en sterk gedomineerd door *Ensis directus*. In relatie tot deze mozaïek aan gemeenschappen in het westelijk deel, een homogenere sedimentologie en een intensievere visserijactiviteit in het oostelijk deel, is de keuze van het T0 studiegebied het meest opportuun voor het opvolgen van de effecten van de visserijmaatregelen.



Figuur 6. Overzicht van de historische en huidige staalnamelocaties in zone 1, met weergave van hun macrobenthische gemeenschap. De benaming van de banken en geulsystemen is weergegeven. De macrobenthische gemeenschappen: *Nephtys* (*Nephtys cirrosa*, gesorteerd medium zand); *Hesionura* (*Hesionura elongata*; grof zandig); *Abra* (*Abra alba*; fijn zandig); *Magelona-Ensis* (*Magelona* spp-*Ensis directus*, ondiep fijn zandig); *Limecola* (*Limecola balthica*, slibrijk); ? (stalen die geklasseerd werden als outlier of niet te catalogeren tot een bepaalde gemeenschap).

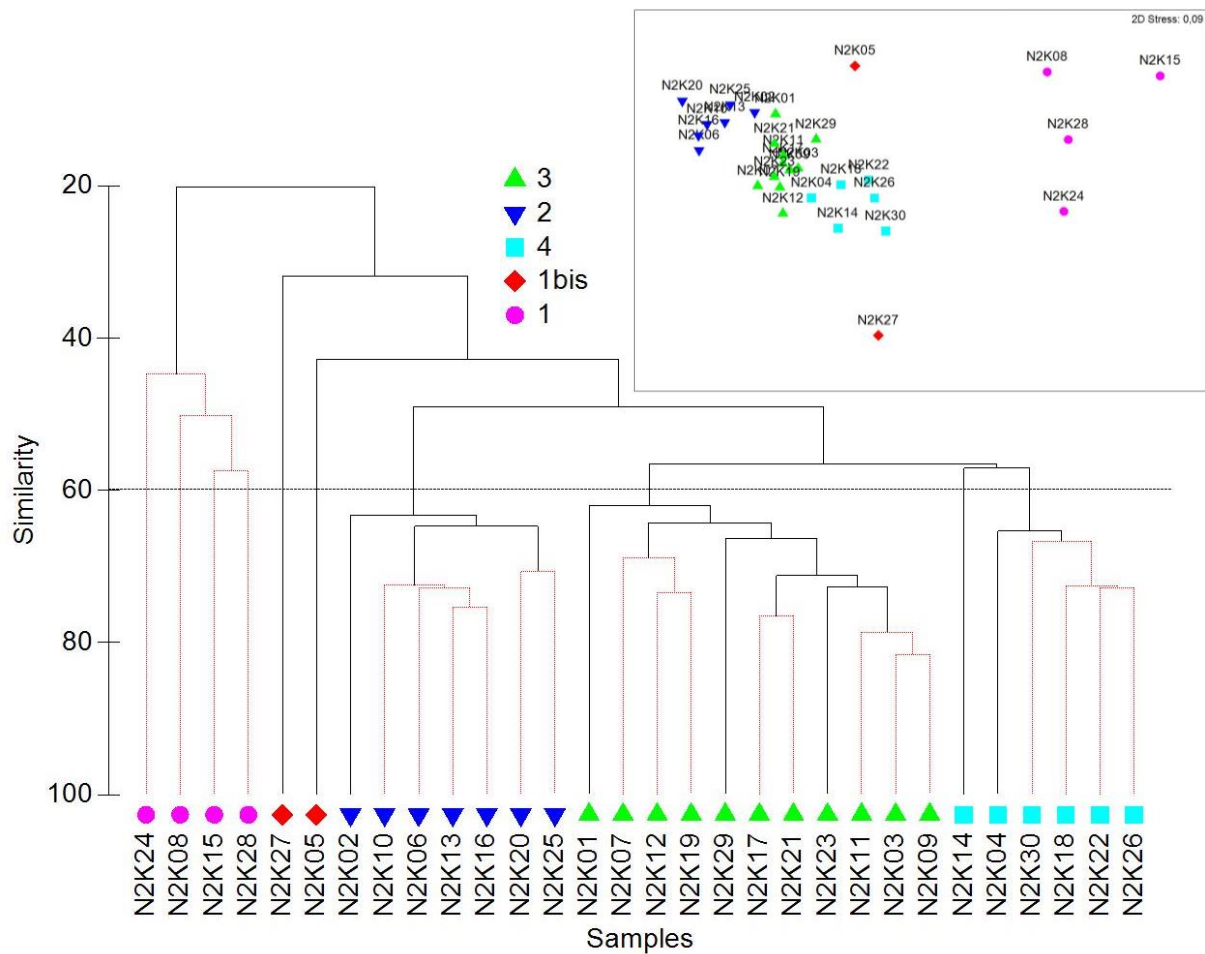
T0 analyse

Multivariate analyse

Op basis van een clusteranalyse zijn er op similariteitsniveau van 60%, vijf groepen afgebakend (Figuur 7). In sommige groepen gaf SIMPROF nog een verdere significante onderverdeling tussen de stalen, maar dat is te gedetailleerd om verder mee te nemen. Desondanks de poging om de stalen binnen één type gemeenschap te nemen, zijn er nog vier stalen die zich duidelijk onderscheiden van de rest (cluster groep 1) en twee stalen (groep 1bis; N2K05, N2K27) die als licht afwijkend van de rest kan geklasseerd worden. De drie andere clustergroepen zijn relatief gelijkaardig en duidelijk gegroepeerd op de MDS plot. Dezelfde clustergroepering wordt bekomen indien de analyse uitgevoerd wordt op de dataset zonder zeldzame soorten of zonder de juveniele-spat stadia.

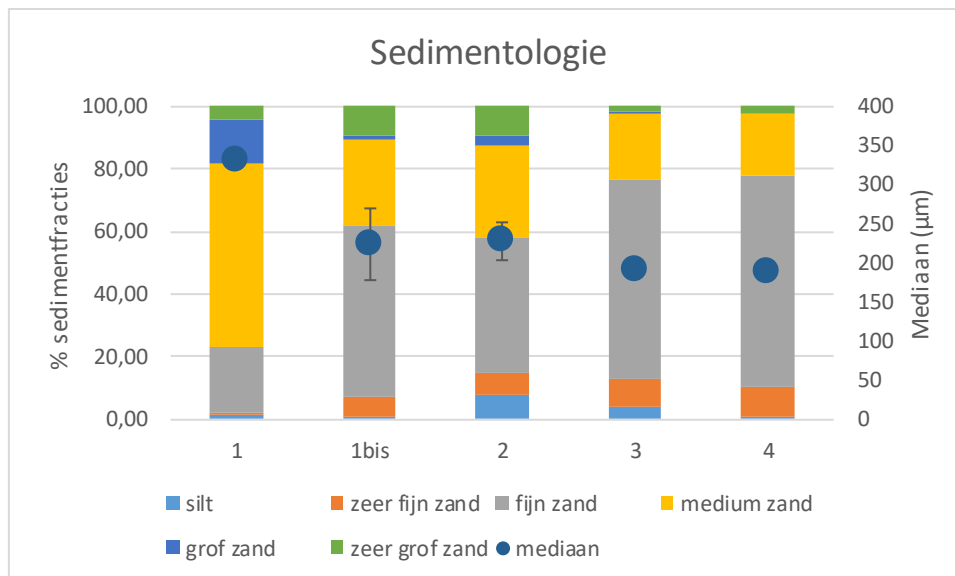
Sedimentologie

De staalname locaties lijken in een relatief homogene regio qua sedimentologie te liggen, maar de noordoostelijke stalen (clustergroep 1) blijken toch verschillend te zijn, door een hogere dominantie van de medium en grof zand fractie (Figuur 8). Daarnaast is de mediane korrelgrootte (332 μm), duidelijk hoger ten opzichte van de andere groepen (189-227 μm). De grovere sedimenten in de noordelijke locaties, die niet apart geklasseerd zijn in de algemene sedimentologie map, zijn duidelijk zichtbaar op Figuur 9. Het slibgehalte is relatief ook iets hoger in het westelijk deel van de bemonsterde zone, maar er zijn op geen enkele locatie hoge slibwaardes (> 20%) geobserveerd.

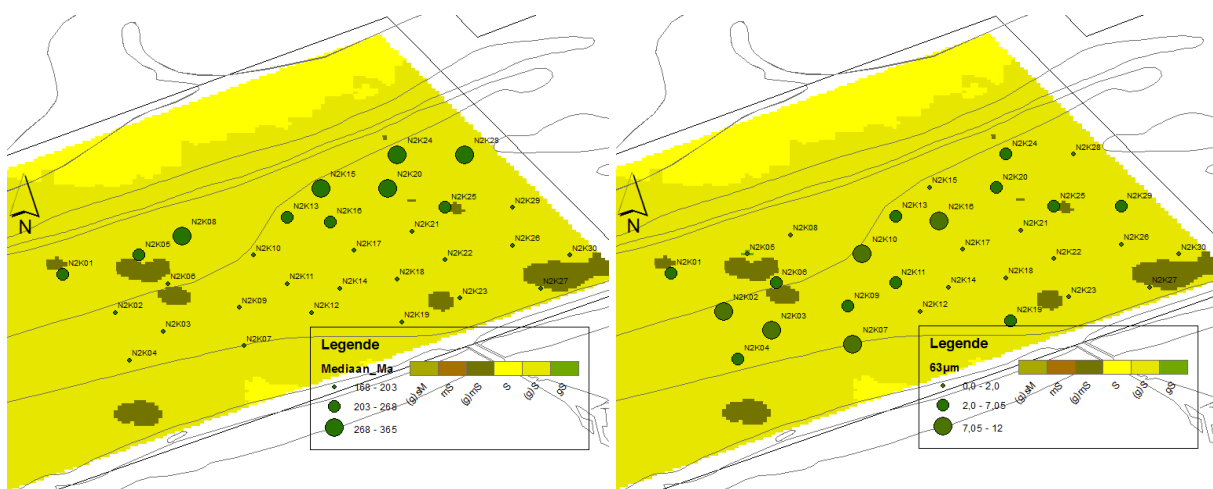


Figuur 7. Cluster analyses en visualisatie in MDS-plot van de 5 groepen onderscheiden bij 60% similariteit.

De twee stalen in groep 1bis, verschillen beide qua sedimentologie, waarbij N2K05 (mediaan: 268 μm ; dominantie medium (44%) en zeer grof zand (17.7%)) duidelijk een grovere sedimentologie heeft dan N2K27 (mediaan: 176 μm ; dominantie fijn zand (77%)). Groep 2 verschilt ook nog licht van groep 3-4, met gemiddeld een iets hogere waarde voor mediane korrelgrootte (respectievelijk 227 μm versus 191-181 μm) en de medium tot zeer grove zand fractie. Dit is deels te wijten aan de opmerkelijke sedimentologische samenstelling van staal N2K20, gekenmerkt door een hoog aandeel van de zeer grove zand fractie en schelpengruis (samen 31,5 %) in een fijn zand (23%) - medium zand (24.5%) omgeving. Daarnaast is het slibgehalte (2.9%) wel laag. De sedimentologie van de stalen van groep 3 en 4 zijn zeer gelijkaardig. De stalen van groep 1 kunnen we beschouwen als niet behorend tot de *Abra alba* gemeenschap, aangezien ze duidelijk zanderiger zijn.



Figuur 8. Overzicht van de sedimentologie (sedimentfracties en mediane korrelgrootte) voor de 5 cluster groepen.



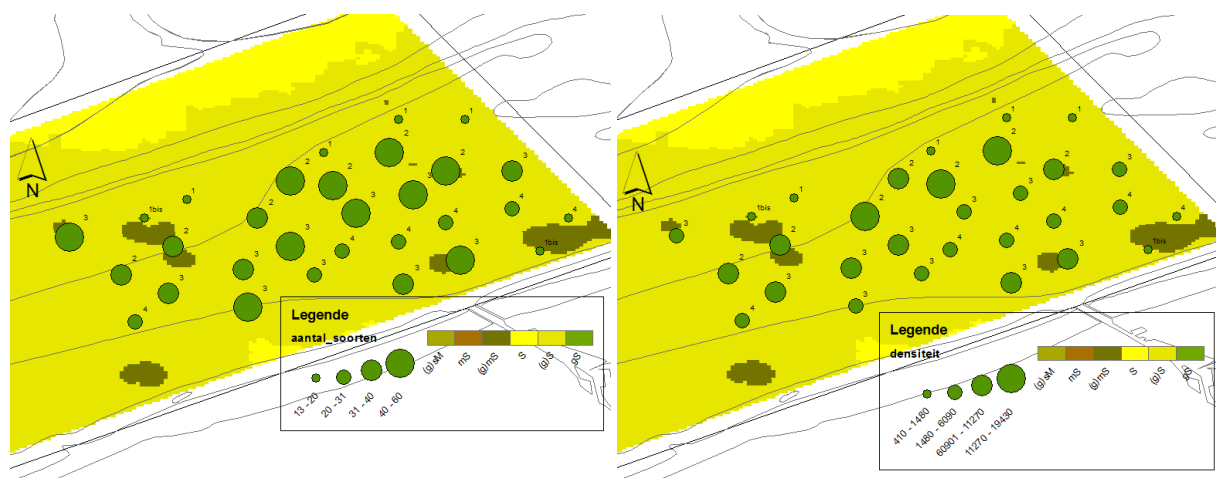
Figuur 9. Weergave van de mediane korrelgrootte (links) en slibgehalte (rechts) op de 30 locaties en geplot op de sedimentologische kaart van het gebied.

Univariate analyse

Qua benthos karakteristieken verschillen clustergroep 1 en 1bis duidelijk van de andere groepen door de veel lagere waarden voor aantal soorten, Margaleff diversiteit, densiteit en biomassa (Tabel 1; Figuur 10). Deze waarden zijn het hoogst voor de stalen uit groep 2, met een zeer hoge gemiddelde densiteit (12077 ind./m²) en diversiteit (Vb. aantal soorten 44) (Tabel 1; Figuur 1010). De gemiddelde waarde voor de verschillende benthos karakteristieken is hoger in groep 2-3 dan in groep 4. De soortensamenstelling is relatief gelijkaardig (zie MDS, Figuur 7), maar de densiteiten zijn duidelijk verschillend. Op de kaart van het gebied (Figuur 10) is er toch een zonering waargenomen en een toename van het aantal soorten en hun densiteiten naar de Nieuwpoort bank toe, tot het sediment zandiger wordt (laagste waarden; clustergroep 1). Ook qua biologische karakteristieken zijn de stalen van groep 1 te beschouwen als niet typisch voor een *Abra alba* gemeenschap.

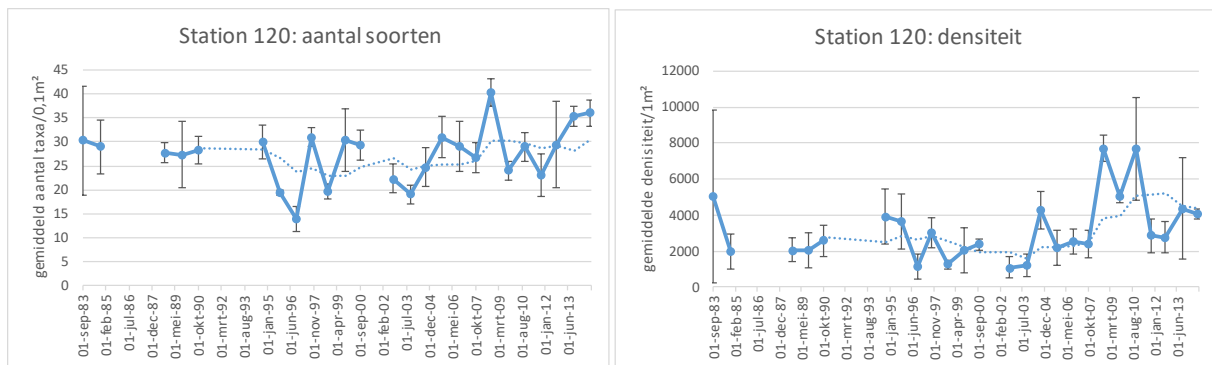
Tabel 1. Overzicht per cluster groep van de gemiddelde waardes \pm standaarderror voor aantal soorten (ind/0.1m²), densiteit (ind/m²), biomassa (g nat gewicht), Margaleff diversiteit index, Shannon wiener diversiteit index en Simpson diversiteit index.

	Aantal soorten	Densiteit	Biomassa	Margaleff	Shannon	Simpson
1	16,5 \pm 0,9	790,0 \pm 141,2	65,7 \pm 26,0	2,40 \pm 0,21	3,18 \pm 0,28	0,83 \pm 0,039
1bis	16,5 \pm 3,5	850,0 \pm 260,0	20,7 \pm 2,8	2,40 \pm 0,33	3,31 \pm 0,49	0,84 \pm 0,074
2	44,1 \pm 3,2	12077,1 \pm 1604,3	808,0 \pm 393,1	4,62 \pm 0,32	3,95 \pm 0,09	0,90 \pm 0,005
3	39,7 \pm 1,4	6235,5 \pm 478,8	735,5 \pm 186,9	4,45 \pm 0,16	3,84 \pm 0,12	0,87 \pm 0,019
4	25,8 \pm 2,0	3030,0 \pm 349,6	776,0 \pm 272,1	3,11 \pm 0,21	3,27 \pm 0,14	0,82 \pm 0,027



Figuur 10. Weergave van het aantal soorten (links) en de densiteit (rechts) met aanduiding tot welke clustergroep de locaties behoren. En dit geplot op de algemene sedimentologie kaart.

Over het algemeen is een relatief hoge diversiteit waargenomen in tal van locaties (Figuur 10), wat een niet courant patroon is in vergelijking met vorige waarnemingen. In het HABITAT-project dat in 2000 een intensieve bemonstering (110 locaties) uitvoerde in het westelijk deel van zone 1, zijn in totaal 128 soorten gevonden (Degraer et al., 2002). Dit is vergelijkbaar met de huidige studie (112 soorten), maar het betrof indertijd een veel intensievere bemonstering (110 stalen ten opzichte van 30 stalen in deze studie). Het gemiddeld aantal soorten in de *Abra alba* gemeenschap bedraagt in deze studie 36 soorten/0,1m² (clustergroep 1bis, 2, 3 en 4) hetgeen vergelijkbaar is met de waarde uit de HABITAT-studie met 37 soorten/0,1m² (clustergroep B) (Degraer et al., 2002). In zone 1 ligt er ook het lange-termijn monitoringspunt 120 dat door het ILVO sinds de jaren 1980 wordt opgevolgd (zie Figuur 6 voor locatie). Op deze locatie varieert het voortschrijdend vijfjaarlijks gemiddelde in aantal taxa (3 replica's) tussen de 25 en 30 taxa, met recenter een iets frequentere waarneming van meer dan 30 taxa (Figuur 11). Ten opzichte van dit station, is de diversiteit in onze T0 opvallend hoger, met in 63% van de stalen meer dan 30 taxa, terwijl in station 120 het maar in 36% van de stalen is. De gemiddelde densiteit op deze locaties zijn ook licht toegenomen in de recentere periode (vooral 2008-2010) ten opzichte van vroeger.



Figuur 11. Lange-termijn trend sinds 1983 tot 2014 in aantal taxa en densiteit op station 120, met weergave van de standaarddeviatie en van het voortschrijdend gemiddelde over 5 jaar (stippenlijn).

KRMS indicatoren

BEQI (Benthic Ecosystem Quality Index) (Milieudoel 10):

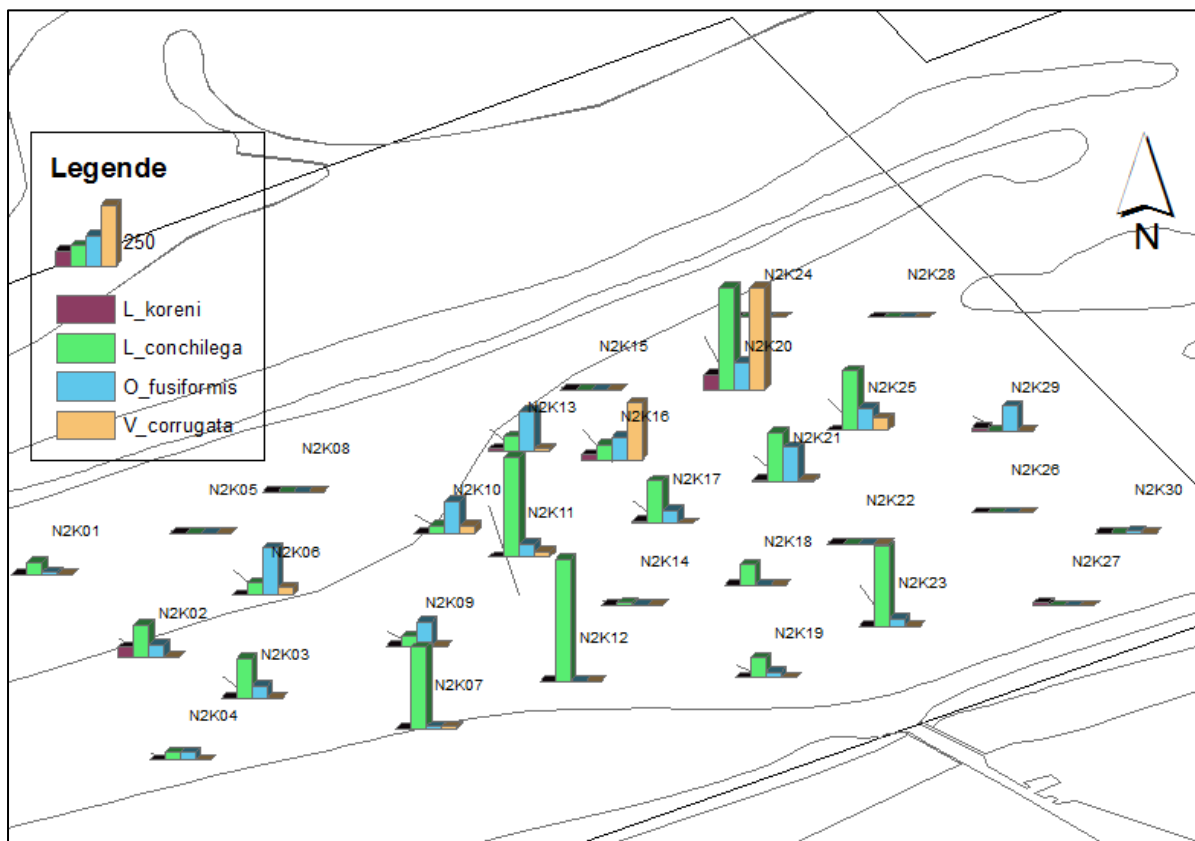
Tabel 2. Overzicht van de BEQI EQR scores voor de parameters densiteit, biomassa, similariteit en aantal soorten, met weergave van de beoordelingswaarde (ass. Waarde) en de referentie waarden bij elke EQR grenswaarde.

Parameter		densiteit	Biomassa	Similariteit	Aantal soorten	BPC
EQR		0,985	0,937	0,745	0,817	0,936
ass waarde		5259,7	621,1	0,76	97	407,6
Referentie waarden bij elke EQR grenswaarde	0,2	1090,7	135,8	0,2	28,3	99,4
	0,4	2181,5	271,6	0,41	56,7	198,9
	0,6	3272,2	407,4	0,61	85	298,3
	0,8	4464,5	551,9	0,81	92	372,9
	1	5326,1	653,2	1	151	423,9
	0,8	6338,2	766,3			477
	0,6	8636,5	1018,9			587,3
	0,4	11515,3	1358,5			783,1
	0,2	14394,2	1698,2			978,8
Verschil t.o.v. baseline (densiteit en biomassa als meer of minder (-); similariteit top 5 taxa bijdragend aan dissimilariteit; bij aantal soorten zijn het de nieuwe taxa	<i>Oligochaeta</i>	451,5	<i>Macoma balthica</i>	123,7	<i>Spirobranchus spp.</i>	<i>Ebalia spp.</i>
	<i>Eumida spp.</i>	337,1	<i>Echinocardium cordatum</i>	88,9	<i>Owenia fusiformis</i>	<i>Liocarcinus vernalis</i>
	<i>Spirobranchus spp.</i>	178,7	<i>Ophiura ophiura</i>	35,8	<i>Sabellariidae spp.</i>	<i>Sabellariidae spp.</i>
	<i>Spiophanes bombyx</i>	170	<i>Tellina fabula</i>	29,6	<i>Scoloplos armiger</i>	<i>Spirobranchus spp.</i>
	<i>Kurtiella bidentata</i>	126,1	<i>Donax vittatus</i>	25,1	<i>Ampelisca brevicorn</i>	<i>Tanaissus Lilljeborgi</i>
	<i>Owenia fusiformis</i>	-1213,8	<i>Lanice conchilega</i>	-154,8		
	<i>Cirratulidae spp.</i>	-266,6	<i>Ensis directus</i>	-80,5		
	<i>Abra alba</i>	-224,9	<i>Abra alba</i>	-30,3		
	<i>Scoloplos armiger</i>	-205,6	<i>Owenia fusiformis</i>	-19,6		
	<i>Ensis directus</i>	-85,3	<i>Spisula subtruncata</i>	-17,4		

De T0 staalname in de *Abra alba* gemeenschap van zone 1 vertoont een zeer groter gelijkenis met de baseline-dataset voor de *Abra alba* gemeenschap in het BDNZ, doordat de EQR- waarden voor drie van de vier parameters meer dan 0,8 was (Tabel 2). De geobserveerde waarden van de benthos karakteristieken komen overeen met wat we verwachtten voor de *Abra alba* gemeenschap. Uit de lijst van de vijf belangrijkste taxa die bijdragen aan de verschillen tussen deze T0 observaties en de baseline is het verschil enerzijds te wijten aan een meer of minder voorkomen van een aantal karakteristieke soorten voor de *Abra alba* gemeenschap (Vb. *Owenia fusiformis*, *Lanice conchilega*) en anderzijds het voorkomen van een aantal nieuwe taxa (Vb. *Spirobranchus spp.* en *Sabellariidae spp.*) (Tabel 2). Vooral de biomassa van *Lanice conchilega* is laag in deze studie (verschil van 154,8 g nat gewicht), ondanks maar een gemiddeld densiteitsverschil van 49,5 ind/m² met de baseline, wat indicatief is voor het voornamelijk voorkomen van jonge individuen in de baseline-dataset.

Spirobranchus spp. en *Sabellariidae* spp. (cf. *Sabellaria spinulosa*) zijn kokervormende soorten die zich voornamelijk hechten op het substraat (gravel, stenen, schelpen) en mogelijk riffen vormen, maar in deze T0 zijn het voornamelijk losse, kleinere individuen aangetroffen.

Deze sterke overeenkomst met de baseline-dataset is niet wat we verwachten in een door visserij verstoorde bodem. Dit komt hoofdzakelijk doordat de baseline-dataset stalen bevat die enerzijds al door visserij beïnvloed kunnen zijn en anderzijds dat er bij tal van locaties een hoge soortenrijkdom (> 30 taxa in 19/30 stalen) is waargenomen in deze T0 studie.



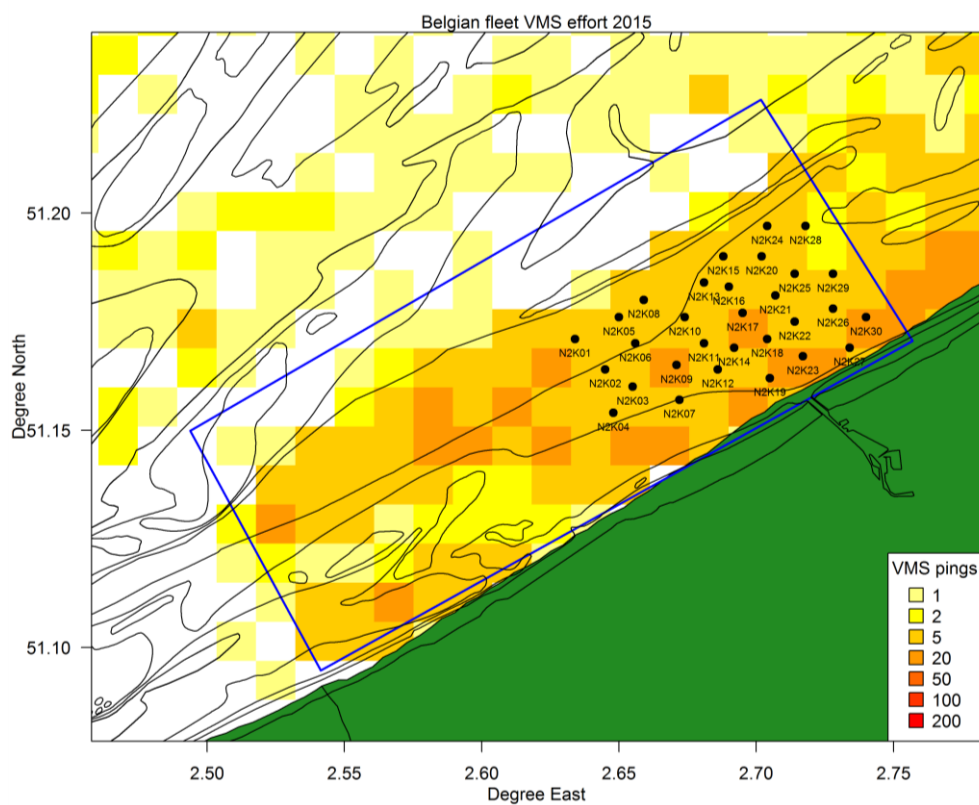
Figuur 12. Voorkomen (ind./m²) van de 4 belangrijkste KRMS-soorten tijdens de T0 monitoring in zone 1.

Belangrijke soorten (Milieudoel 11):

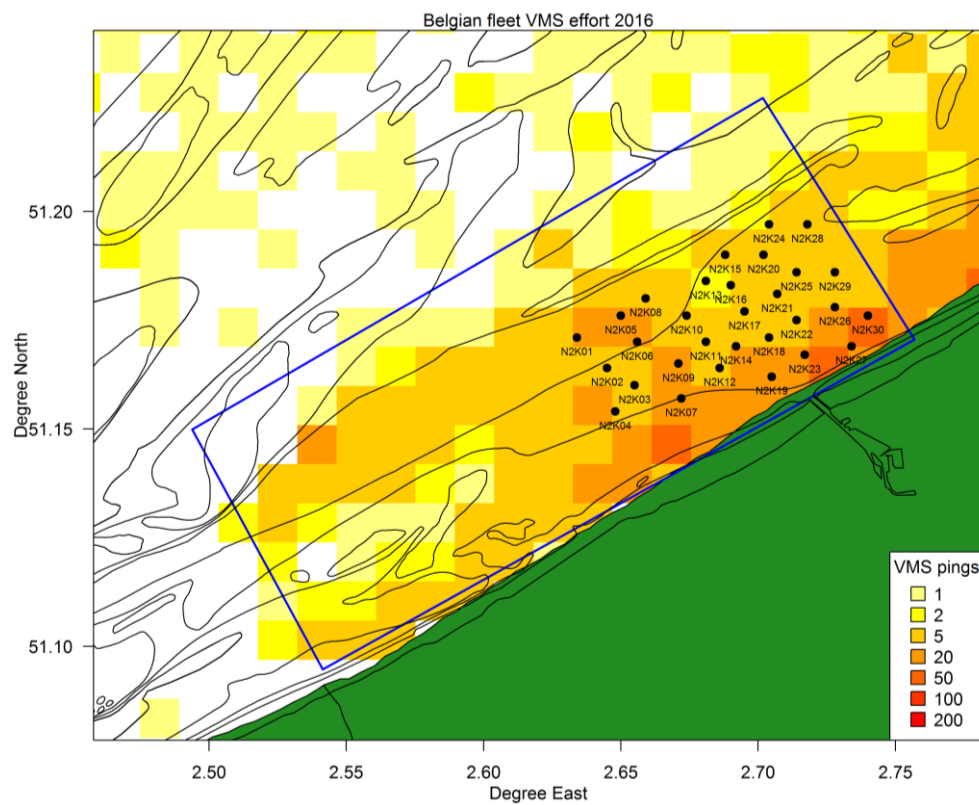
De twee bivalven *Mya* spp (spat in 3 stalen) en *Lutraria lutraria* (in 2 stalen) zijn slechts beperkt waargenomen tijdens de T0 staalname. *Lanice conchilega* is in tal van locaties waargenomen, maar in relatief lage densiteit (maximum 490 ind./m² in N2K12) (Figuur 12). De andere kokerbouwende polychaet *Owenia fusiformis* is voornamelijk in de midden zone van de staalname plot waargenomen, in lage densiteiten (gemiddeld 47 ind./m²). *Lagis koreni* en *Venerupis corrugata* zijn in ongeveer 1/3 van de locaties teruggevonden, met voor beide de hoogste densiteiten in locatie N2K20.

Het mediane benthische bioturbatiepotentieel (Milieudoel 12)

De mediane benthische bioturbatiepotentieel (BPC) voor de T0 stalen vertoont een heel duidelijke overeenkomst met wat verwacht wordt op basis van de baseline-dataset doordat de BEQI EQR-waarde voor BPC meer dan 0.8 bedraagt (Tabel 2).

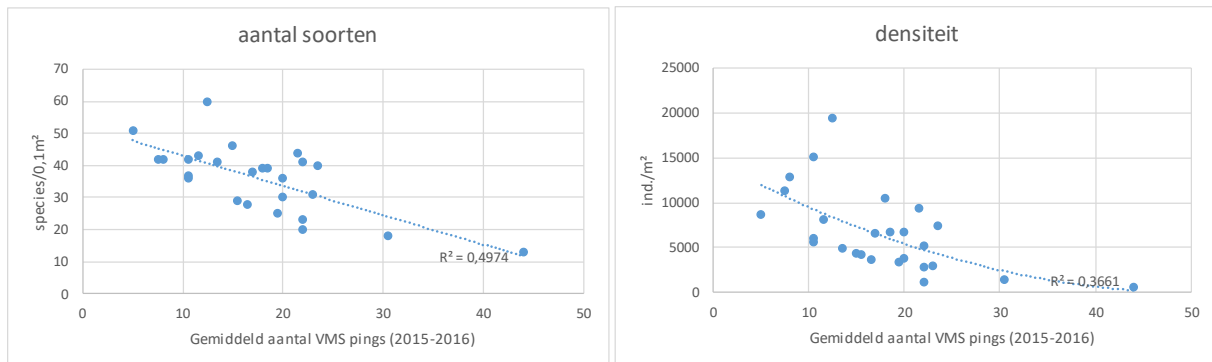


Figuur 13. Visserijactiviteit (VMS pings) in zone 1 voor het jaar 2015.



Figuur 14. Visserijactiviteit (VMS pings) in zone 1 voor het jaar 2016

De visserijactiviteit in zone 1 (Figuur 13; Figuur 14) van de Vlaamse visserij situeert zich voornamelijk in de geulen en langs de flanken van het Trapegeer-Broersbank zandbanksysteem. De ondiepe kustzone rond Nieuwpoort wordt het intensiefst bevestigd, met een afnemende intensiteit naar de Nieuwpoort bank toe. Daarnaast zijn de gebieden binnen zone 1 waar het frequents wordt gevist relatief gelijklopend tussen beide jaren. De noordelijke strook (tussen 3 en 4.5 mijl) van zone 1 lijkt nagenoeg niet bevestigd. Dit is echter wel het geval, maar dan door de Nederlandse visserij (Pecceu et al., 2014, Figuur 2).



Figuur 15. Scatterplot met trendlijn (polynomial 2de order) van de relatie tussen het gemiddeld aantal VMS pings (2015-2016) en aantal soorten en dichtheid.

Er is variatie in het gebied qua visserijdruk, waardoor er een analyse kan uitgevoerd worden naar de relatie tussen de biologische karakteristieken en de visserijdruk (gemiddeld aantal VMS pings) (Figuur 15). Dit gebeurt aan de hand van een Spearman rank correlatie analyse. Om de invloed van de sedimentologisch gedreven natuurlijke variatie te reduceren, zijn de vier locaties in het zandig habitat weggelaten, aangezien de diversiteit er van nature lager is. Toch is er een negatieve significante correlatie gevonden met mediane korrelgrootte (-0.506) en visserijdruk, maar niet voor slib (-0.343). Het aantal soorten, dichtheid en de Shannon Wiener Index zijn positief gecorreleerd met slibgehalte (respectievelijk 0.442, 0.682, 0.544) en niet met mediane korrelgrootte (0.353, 0.134, 0.306). Hierdoor mag verondersteld worden dat de variatie in biologische karakteristieken ook gerelateerd kan zijn aan variatie in visserijdruk. Overwegend zijn er meer soorten en een hogere dichtheid waargenomen in de locaties waar de geschatte visserijdruk lager is (Figuur 15). Een significante negatieve correlatie ($p < 0.05$) met toenemende visserijdruk is er zowel met aantal soorten, dichtheid, Margaleff als Shannon Wiener index. Er is geen correlatie gevonden tussen visserijdruk en biomassa, deels doordat er 3 locaties onder medium visserijdruk (10-20 VMS-pings) zeer hoge biomassa waarden hebben door de aanwezigheid van *Echinocardium cordatum* en *Limecola balthica*. Een aantal soorten vertoont een significante negatieve correlatie (Spearman rank) met visserijdruk, namelijk *Kurtiella bidentata*, *Abra alba*, *Mediomastus fragilis*, *Glycera tridactyla*, *Owenia fusiformis* en *Spirobranchus spp.* Twee soorten vertonen een positieve correlatie met visserijdruk, namelijk *Diastylis bradyi* en *Donax vittatus*. Voor de ander frequent voorkomende soorten (in meer dan 9 locaties) is er geen significante relatie met visserijdruk waargenomen, maar is er wel een overwegend negatieve Spearman rank coëfficiënt.

Tabel 3. Spearman rank correlatiecoëfficiënt tussen de biologische parameters en visserijdruk. De soorten zijn opgesomd van meest frequent aangetroffen naar minder frequent (minimum in 9 van de 30 stalen).

Parameter	Spearman rank coëfficiënt	Parameter	Spearman rank coëfficiënt	Parameter	Spearman rank coëfficiënt
Aantal soorten	-0,603874	<i>Capitella</i> spp.	0,052438	<i>Donax vittatus</i>	0,618470
Densiteit	-0,629003	<i>Glycera tridactyla</i>	-0,564242	<i>Sigalion mathildae</i>	-0,225971
Margaleff	-0,551276	<i>Eumida sanguinea</i>	-0,425318	<i>Myrianida</i> spp.	0,221220
Shannon wiener	-0,424243	<i>Spio</i> spp.	0,088715	<i>Limecola balthica</i>	0,490594
Biomassa	-0,017120	<i>Notomastus latericeus</i>	-0,393035	<i>Eteone longa-flava</i>	-0,469714
<i>Ophiura ophiura</i>	0,279257	<i>Lanice conchilega</i>	-0,203920	<i>Echinocardium cordatum</i>	0,083048
<i>Spiophanes bombyx</i>	-0,034837	<i>Owenia fusiformis</i>	-0,589468	<i>Spirobranchus</i> spp.	-0,703198
<i>Cirratulidae</i> spp.	-0,246737	<i>Ensis directus</i>	0,114677	<i>Anthozoa</i> spp.	-0,212168
<i>Oligochaeta</i> spp.	-0,176705	<i>Diastylis bradyi</i>	0,513377	<i>Urothoe poseidonis</i>	-0,227956
<i>Angulus fabula</i>	-0,007036	<i>Scoloplos armiger</i>	-0,194521	<i>Sthenelais boa</i>	-0,009217
<i>Kurtiella bidentata</i>	-0,550986	<i>Perioculodes longimanus</i>	0,260266	<i>Phyllodoce mucosa</i>	-0,186989
<i>Magelona johnstoni</i>	0,178951	<i>Abludomelita obtusata</i>	-0,036378	<i>Crepidula fornicata</i>	-0,147480
<i>Abra alba</i>	-0,559130	<i>Microprotopus</i>	0,212356	<i>Leucothoe incisa</i>	0,285504
<i>Pariambus typicus</i>	-0,316055	<i>Tellinomya ferruginosa</i>	0,133873	<i>Pseudocuma longicorne</i>	-0,230231
<i>Nephtys hombergii</i>	0,010647	<i>Pholoe baltica</i>	-0,114552	<i>Nephtys assimilis</i>	0,203405
<i>Mediomastus fragilis</i>	-0,483484	<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0,301007	<i>Sabellaridae</i> spp.	-0,495750
				<i>Venerupis corrugata</i>	-0,038467

Conclusie

Het doel van de T0 staalname was het karakteriseren van de status van het benthos in een door visserij beïnvloed gebied in zone 1 van het Natura 2000-gebied “Vlaamse Banken” om veranderingen in de benthos status te kunnen opvolgen door toekomstige beperkingen in de visserijactiviteit. Hiervoor zijn 30 stalen genomen in een gebied ter hoogte van Nieuwpoort, waar de Belgische kustvisserij opereert en zou gekarakteriseerd zijn als *Abra alba* gemeenschap. Het staalname gebied, op 4 zandige locaties na, is bevestigd als *Abra alba* gemeenschap. Deze stalen zijn gekenmerkt door een hoge soortendiversiteit, densiteit en biomassa en vertonen zeer grote overeenkomst met de verwachte waarden uit de *Abra alba* KRMS-baseline-dataset (cf. BEQI-indicator). Dit is in principe niet wat we verwachten in een door visserij verstoorde bodem. Dit komt enerzijds omdat er een invloed van visserij is op de benthos parameters in de baseline-dataset en anderzijds omdat er bij tal van locaties een hoge soortenrijkdom is waargenomen in deze T0 studie. Zo’n frequent voorkomen van relatief hoge diversiteit waarden is slechts af en toe geobserveerd in vorige studies (HABITAT-project, lange-termijn station 120). Ook de KRM-soorten, waaronder de habitatstructurende soorten (*Owenia fusiformis* en *Lanice conchilega*) werden op tal van locaties teruggevonden, maar in relatief lage densiteiten. Binnen het staalname gebied dat relatief gelijkaardig is qua sedimentologie is er wel variatie in visserijdruk, wat leidt tot een verlaagde soortendiversiteit en densiteit in locaties met hogere visserijdruk. Dit bevestigt dat er wel degelijk een invloed van visserij is en dat indien de visserijdruk zou afnemen in de toekomst, er verwacht wordt dat er meer locaties gekenmerkt worden door een hoge diversiteit en densiteit.

Voor de verdere monitoring in functie van de visserijmaatregelen is het aangewezen om zeker één of twee transecten (van kust naar offshore in T0 bemonsteringszone) jaarlijks op te volgen in de tijd. Idealiter wordt hier al eerder mee gestart dan het in voege treden van de visserijmaatregelen ten einde de jaarlijkse variatie in benthos en visserij beter op te volgen.

Bodembeschermingszone 3 van het Marien Ruimtelijk Plan

Auteurs: Ilse De Mesel, Vera Van Lancker, Danae Kapasakali, Giacomo Montereale Gavazzi, Francis Kerckhof

Introductie

Bodembeschermingszone 3 (en 4) van het Marien Ruimtelijk Plan zijn aangeduid om de grindbedden en de bijhorende typische fauna te beschermen. Er is weinig geweten over de huidige toestand van de biologische gemeenschappen in zone 3. Begin vorige eeuw werden de grindbedden ter hoogte van de Hinderbanken door Prof. Dr. Gustave Gilson beschreven als diverse gebieden, gekenmerkt door een typische hard substraat fauna, zoals sponzen, Hydrozoa en Bryozoa. Honderd jaar later bleek van deze diversiteit weinig over te blijven (Houziaux et al., 2008). De fauna van de grindbedden was grotendeels verdwenen, vermoedelijk door overbevissing van de gebieden, waarbij de vaak fragiele fauna die aan de stenen is vastgehecht door het omwoelen van de stenen met de visnetten beschadigd en gedood wordt.

Uit voorgaande studies is geweten dat het grind vooral voorkomt in de geulen, maar ook nabij de Westhinder en Oosthinder zandbank waar de Quartaire deklaag minimaal is (Van Lancker et al., 2007; Deleu et al., 2004). De biologisch rijkste grindgemeenschappen zijn tot nu vooral waargenomen in de troggen van hoge zandduinen (barchaanduinen) aan de westelijke flank van de Oosthinder zandbank. De geulen zijn makkelijk bevisbaar waardoor de grindbedden sterk verstoord zijn. In de troggen is het grind mogelijk beschermd doordat de hoogte van de zandduinen ervoor zorgt dat de vissersnetten de grindbedden nabij de steile zijde van deze duinen niet raakt (Houziaux et al., 2008). Verder is er de hypothese dat de lokale rijkdom aan grindfauna te wijten is aan het typische stromingspatroon over de duinen (Van Lancker, 2016).

Het doel van dit onderzoek is de grindbedden van Zone 3 zo compleet mogelijk in beeld brengen, zowel wat betreft de verspreiding van het grind, als de geassocieerde fauna.

Onderzoeksstrategie

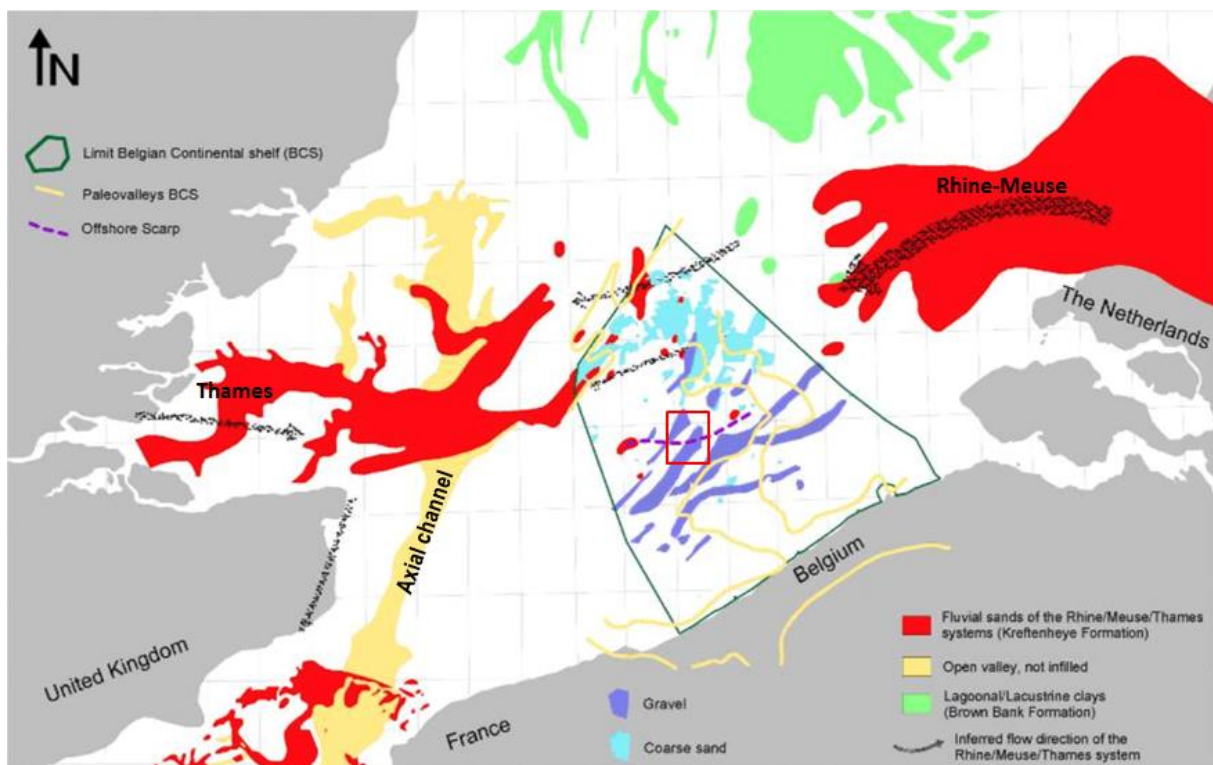
Het onderzoek van grindgebieden gebeurde door een combinatie van geaggregeerde bestaande gegevens, o.a. gerelateerd aan de geologie en sedimentologie, en nieuwe multibeam-opnames, video-opnames en bodemstalen die gericht zijn verzameld met een Hamon grab en, op een aantal geselecteerde locaties, met de Gilson dreg. Elke techniek heeft zijn voor- en nadelen, maar door een combinatie ervan kan een zo volledig mogelijk beeld worden verkregen van de aanwezige fauna. De multibeamopnames bieden een ruime context van de verspreiding en kwaliteit van de bodemtypes (e.g. grindbedden) terwijl video opnames, Hamon grab en Gilson dreg stalen toelaten de fauna te analyseren en de sedimentsamenstelling en aanwezigheid van grind te beschrijven op de bemonsterde locaties.

Karakterisering van het fysisch habitat

Auteurs: Giacomo Montereale Gavazzi en Vera Van Lancker

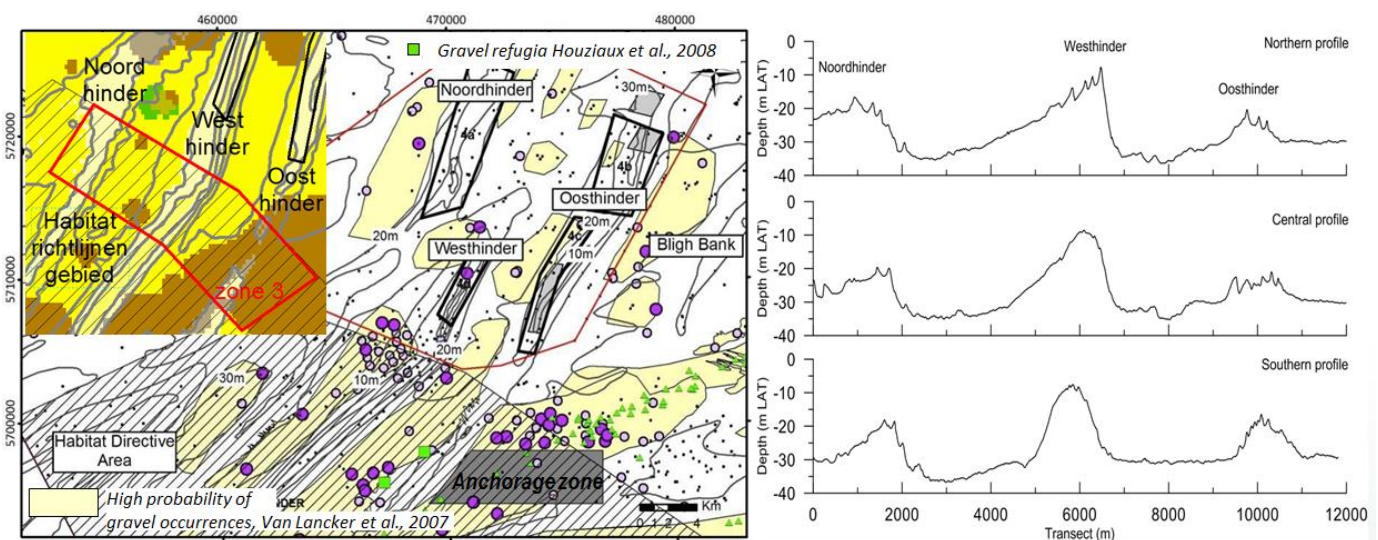
Geologische en morfo-sedimentaire context

De geologische ondergrond in zone 3 bestaat uit harde klei waarvan de lagenopbouw behoort tot de Formatie van Kortrijk, een stratigrafische eenheid in het Paleogeen (Vroeg-Eoceen, rond 52 miljoen jaar oud) (Le Bot et al., 2003). In het gebied komt een paleovalleirand ('Offshore scarp', zie Figuur 16) voor waardoor in de geul de zeebodem van zuid naar noord een daling kent van 4 tot 10 m. Deze werd gevormd tijdens de laatste ijstijden (238.000-128.000 jaar geleden) wanneer het Rijn-Maas riviersysteem afwaterde naar het meer noordwestwaarts en dieper gelegen axiale kanaal (Mathys, 2009). Ten noorden van deze rand is de zeebodem -30 tot -40 m LAT (Lowest Astronomical Tide) en worden er grotere reliëfsverschillen waargenomen. Dit heeft te maken met het voorkomen van uitgerekte depressies en ruggen die de basis vormen van de huidige Hinderbanken (De Clercq et al., 2015). In het zuiden van de rand varieert de diepte van -28 tot -33 m LAT. Het grind werd vermoedelijk afgezet tijdens de Eem zeespiegelstijging (128.000-116.000 jaar geleden) (Mathys, 2010). In het noordelijk gebied, overeenkomend met de oude ingesneden rivierbodem, werd het grind grotendeels geërodeerd. Ten zuiden van de paleovalleirand komen wel nog uitgestrektere grindvelden voor. Het hoofdaandeel van het grind bestaat uit silex, kalksteen, zandsteenkwartsen, kwartsiet en stollingsgesteenten (Deleu & Van Lancker, 2007, en referenties daarin). De zandbanken ontwikkelden zich hoogstwaarschijnlijk ongeveer 7000 jaar geleden (Mathys, 2010).



Figuur 16. Geologische context van de grindvoorkomens in het Belgische deel van de Noordzee. Grind werd hier geassocieerd met zones waar het Quartair dek minimaal is (< 2.5 m), zijnde in de geulen van de Hinderbanken, en vooral ten zuiden van een oude paleovalleirand ('offshore scarp') waar minder erosie plaatsvond tijdens de afwatering van het Rijn-Maas riviersysteem tijdens de laatste ijstijden (compilatie Deleu & Van Lancker, 2007). Het huidige studiegebied is aangeduid (box).

In het gebied komen drie zandbanken (ZW-NO georiënteerd) voor die tot de Hinderbanken behoren: van west naar oost zijn dit de Noordhinder, Westhinder en Oosthinder. West-oost profielen doorheen zone 3 tonen (Figuur 17) voor deze banken respectievelijk een minimale diepte van rond de -20 m, -10 m en -20 m LAT. De Westhinder heeft de meest uitgesproken vorm. Zone 3 bevindt zich net onder een kinkgebied waar deze zandbank een oriëntatieverandering kent, wat ook gepaard gaat met een complexere zandbankopbouw (Deleu et al., 2003). Naar het zuiden toe heeft de Westhinder een uitgesproken lineair verloop. De diepte varieert van -8 m in de topzone tot -30 m LAT aan de voet van de zandbankhelling. De Oosthinder kent in zone 3 noordwaarts lokaal een verdieping, maar kent terug een opbouw naar het zuiden toe. De geulen zijn het diepste in het noorden met een gemiddelde van -35 m LAT. De geul tussen de Westhinder en Oosthinder wordt doorsneden door de oude paleovalleirand (zie boven) en kent dan ook een diepteverloop van -35 m naar -30 m LAT naar het zuiden toe. De paleovalleirand loopt door ten oosten van de Oosthinder. In het algemeen zijn de geulen in de Hinderbanken gekenmerkt door een dun Quartair dek (minder dan 2.5 m dik, Figuur 16) (Le Bot et al., 2003). De getijdestroming bereikt meer dan 1 ms^{-1} , ook in een waterdiepte van -30 m. De Hinder Banken zijn de eerste golfbrekers in het Belgische deel van de Noordzee. Golfhoogtes zijn er makkelijk meer dan 1 m (44 % van de tijd) (Van Lancker et al., 2016).



Figuur 17. Links: Grindvoorkomens in de Hinderbanken. Grindstaalnames zijn gesuperponeerd (punten: database SediCURVE@SEA, Van Lancker 2009); cirkels > 20 % grind (lichtpaars: schelpengruis); driehoeken: grote stenen (Van Lancker et al., 2015). Inset: Extract van het voorkomen van de grootschalige habitattypes (geeloranje: zandig habitat; bruin: grofkorrelig habitat; data SediCURVE@SEA). Aggregaatextractiesectoren zijn tevens aangeduid (zwarte polygonen). Rechts: West-oost transecten in zone 3 die het diepteverloop tonen over de zandbanken en geulen. Merk op dat de geul tussen de Westhinder en Oosthinder verondiept van noord naar zuid wat te maken heeft met de geomorfologie van een paleovalleisysteem.

Voor de huidige studie zijn op basis van bovenstaande inzichten vier boxen gedefinieerd waarin het voorkomen van grind hoog werd ingeschat. Bijkomend is een transect over de zandduinen aan de westrand van de Oosthinder geselecteerd naar analogie met de rijke grindvoorkomens in de troggen van zandduinen in de meer zuidelijk gelegen zone 4. Deze duinen worden barchaanduinen genoemd gezien ze steil (tot 20°) zijn, een grof substraat kennen en toch een voldoende zandvoorraad (Van Lancker, 2017).

Methode

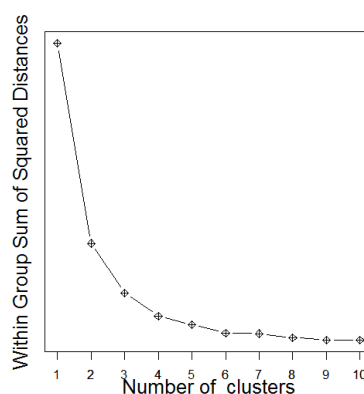
Data-acquisitie

In de boxen is de zeebodem in kaart gebracht met behulp van multibeamtechnologie. Multibeam is een akoestische meettechniek die toelaat de diepte van de zeebodem nauwkeurig op te meten, evenals de terugverstrooiingswaarden ('backscatter') van het akoestisch signaal te registreren. Omwille van de onbeschikbaarheid van RV Belgica in het najaar van 2016 is gezocht naar synergiën met andere projecten. De mogelijkheid deed zich voor om de projectobjectieven af te stemmen met deze van het Belspo onderzoeksproject INDI67 (Ontwikkeling van methodes om de monitoring van de KRMS indicatoren 6 en 7 te verbeteren) waarin optimalisatie van habitatkartering één van de thema's is. Aldus zijn multibeamdata verzameld tijdens een campagne met RV Simon Stevin op 6 en 7 december 2016. In dit schip is een Kongsberg multibeamechosounder EM2040 Dual geïnstalleerd die toelaat data op te nemen aan een heel hoge resolutie (o.a. aan een frequentie van 300 kHz).

Terreinverificatie van het akoestisch signaal vond plaats op 15 december 2016. Hierbij werden op basis van een eerste analyse van de akoestische gegevens 13 locaties bepaald (12 overlappen met de multibeamdata). Een Hamon grab is gebruikt gezien deze apparatuur het meest geschikt is om grind *in-situ* te bemonsteren. Er is een substaal genomen voor verdere analyse.

Analyse

De dieptedata zijn getijdegecorrigeerd en verder verwerkt met het programma QPS QIMERA (v.1.2.4.429a). Voor de mozaïekering van de terugverstrooiingswaarden is Fledermaus Geocoder FMGT (v7.4.5.b) gebruikt (zie Montereale-Gavazzi et al. 2017 voor meer detail). Een horizontale resolutie van 1 m werd geselecteerd voor de eindproducten. De terugverstrooiingsmozaïeken zijn dan geclassificeerd met een k-means clusteringsalgoritme (Hartigan & Wong, 1979). K-means clustering wordt verkozen omwille van de omvangrijke datasets. Het is een niet-gesuperviseerde, snelle en objectieve, herhaalbare classificatie die op een eenvoudige, iteratieve manier toelaat om datasets te clusteren. Hierbij worden alle pixels van een beeld geanalyseerd en worden natuurlijke groeperingen bepaald, gebaseerd op criteria en een vooraf bepaald aantal clusters waarnaar gestreefd moet worden (Figuur 18). Het classificatie-algoritme herhaalt de berekening om de verkregen oplossingen steeds bij te stellen zodat de groepen homogener en beter gedifferentieerd worden.



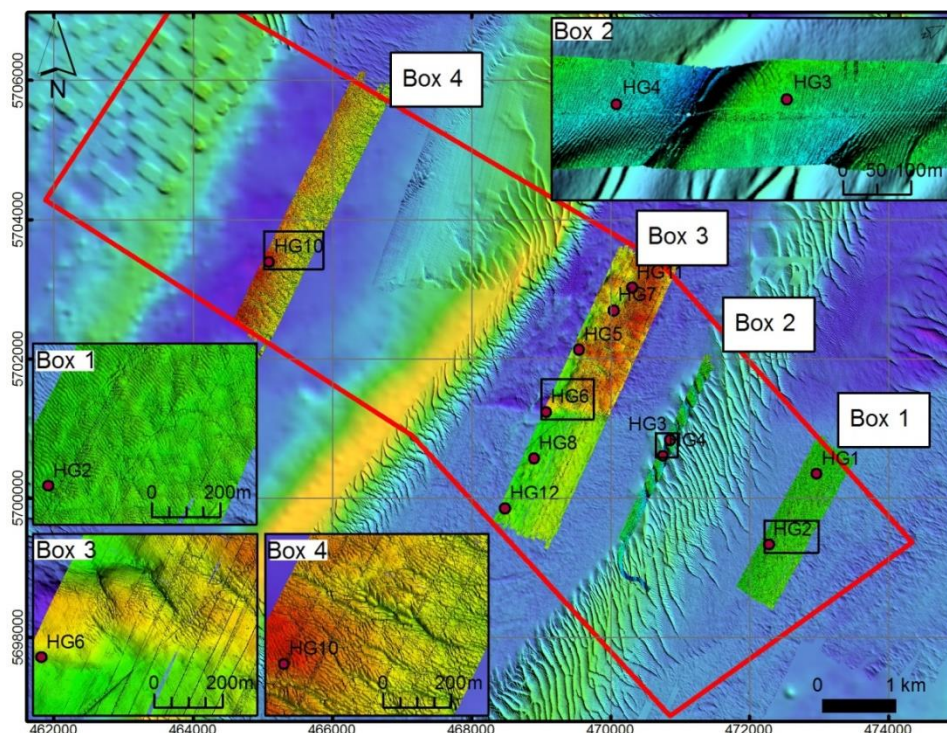
Figuur 18. Bepaling van het optimale aantal clusters (i.e. sedimenttypeklassen). Twee tot drie clusters boden voor deze dataset de grootste discriminatie in het akoestisch signaal.

Deelmonsters van de sedimentstaalnames (zie ook biologie) zijn geanalyseerd met een laser diffractometer (Malvern Mastersizer 3000; Universiteit Gent, Renard Centre of Marine Geology). De fractie boven 3 mm (i.e. grind en bioklastisch materiaal) is visueel in klassen onderverdeeld.

Resultaten

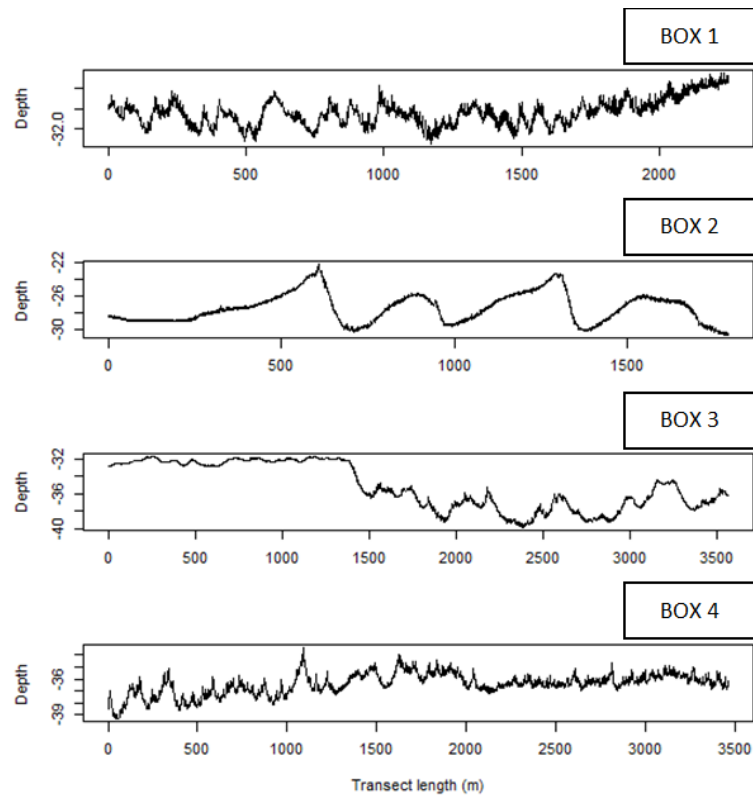
Reliëfskenmerken en grindvoorkomens

In de deelgebieden varieert de diepte tussen -27 en -40 m LAT (Figuren 14 en 15). In Box 1 (meest oostelijke locatie) komen vooral middelgrote tot grote duinen (tot 1 m reliëfsverschillen) voor. De akoestische zeebodemclassificatie toont een eerder grofkorrelig substraat in de troggen en verfijning van het sediment naar de toppen toe. Het grofkorrelig substraat vertoont een eerder 'patchy' of onregelmatig verloop. In Box 2, langs de westrand van de Oosthinder zandbank, zijn grote tot heel grote zandduinen geïdentificeerd tot 8 m hoogte (Figuur 19, Box 2). Over het gehele transect zijn de terugverstrooiingswaarden relatief hoog, wijzend op een grover substraat (Figuur 21). De paleovalleirand (zie boven) in Box 3 scheidt duidelijk twee geomorfologische eenheden: het NO, gemiddeld - 40 m LAT, is gekenmerkt door een complexe morfologie met afwisselend zand- en grindvoorkomens (1.5 – 2 m reliëfsverschillen); in het ZW vertoont de zeebodem een 'hummocky' of golvend oppervlak waarvan de kenmerken overeenstemmen met grindvoorkomens (Van Lancker et al., 2007). De multibeamterugverstrooiingswaarden zijn hier het meest reflectief (Figuur 21). In Box 4 komt de akoestische signatuur overeen met deze in Box 1.

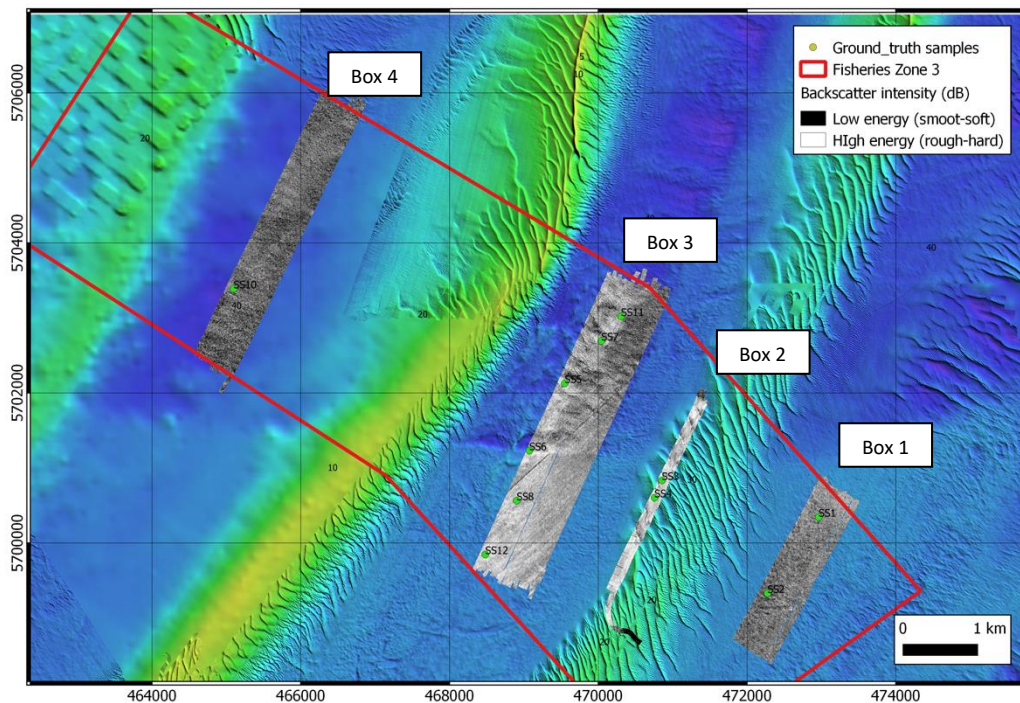


Figuur 19. Dieptemodellen (relatieve kleurschaal) van de nieuw bekomen multibeamdata (RV Simon Stevin 300 kHz, 2016), gesuperponeerd op een samengesteld dieptemodel (pré-2006) (Van Lancker et al., 2015¹). De locaties van de Hamon grab staalnames zijn tevens aangeduid. In alle boxen (behalve box 3, zuid) zijn ribbels waarneembaar wat wijst op zanddynamiek. De kruinen van de zandduinen in box 2 zijn duidelijk gemigreerd (80 m) t.o.v. de pré-2006 periode en de complexiteit van de zandduinen is afgenomen. De dikte van de zandlaag is niet gekend (Van Lancker et al., 2016).

¹ Het diepteterreinmodel werd samengesteld uit multibeamdatasets afkomstig van FOD Economie (Dienst Continentaal Plat), het project MAREBASSE (Van Lancker et al. 2007, GIS@SEA), en van de Vlaamse Hydrografie.



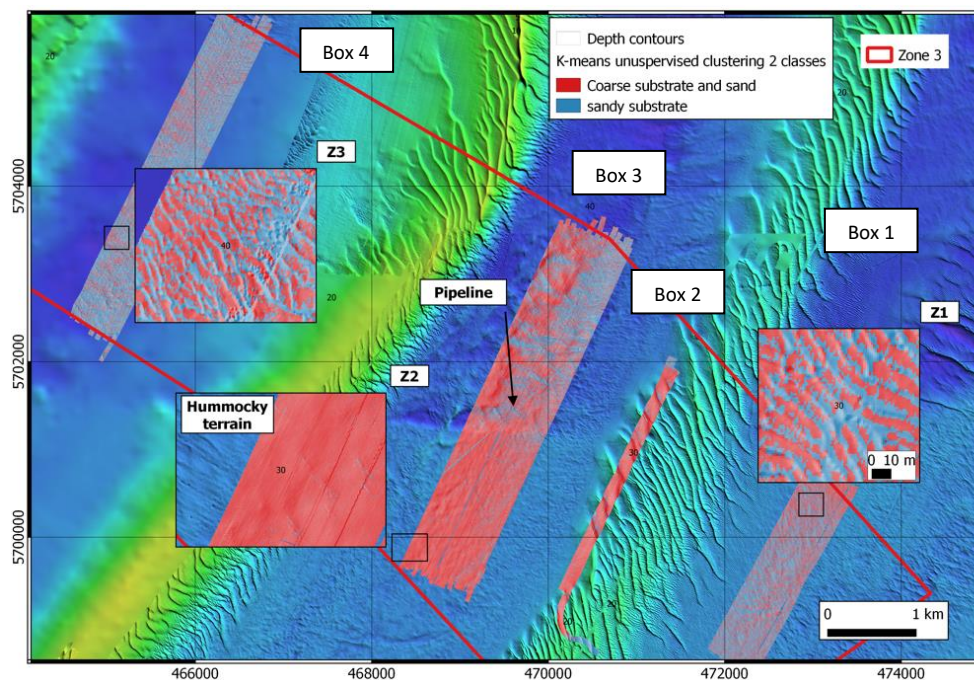
Figuur 20. Geomorfologische variatie in de vier deelgebieden (NO-ZW transecten) op basis van de 2016 multibeamdata.



Figuur 21. Terugverstrooiingsmozaïeken ('backscatter') van de nieuw bekomen multibeamdata, gesuperponeerd op een samengesteld dieptemodel van voor 2006 (Van Lancker et al., 2015). De locaties van de Hamon grab staalnames (SS) zijn tevens aangeduid.

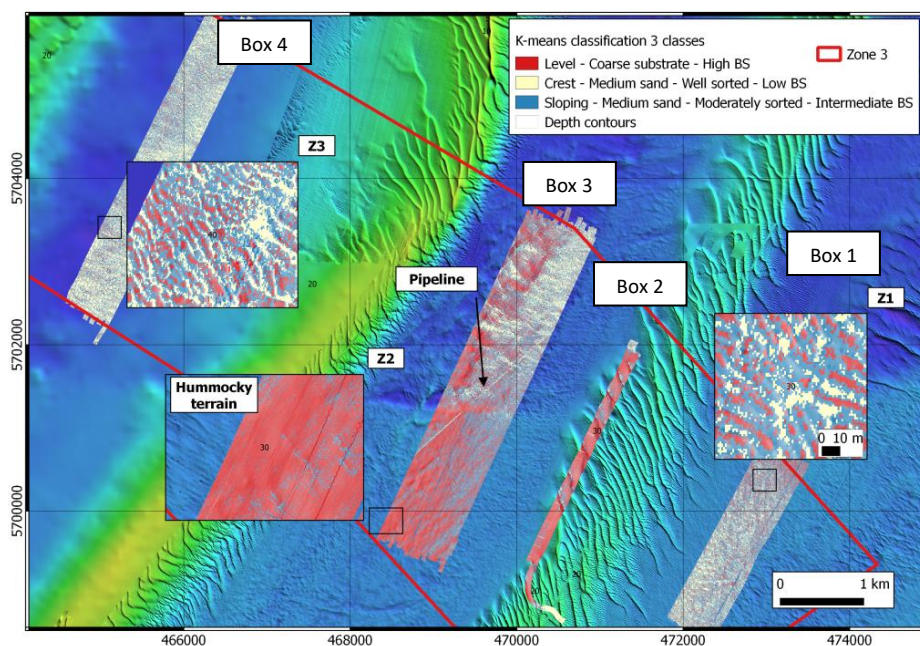
Zeebodemclassificatie

Figuur 22 toont een twee-clusterclassificatie die grofweg de distributie van enerzijds grof substraat (incl. zand, grind en schelpengruis), en anderzijds de overwegend zandige substraten weergeven. In Figuur 23 wordt de classificatie verfijnd naar drie klassen, rekening houdend met de morfologie van de deelgebieden. Hierbij wordt de ruimtelijke heterogeniteit van de grindvoorkomens beter weergegeven, e.g., binnen de kleine tot middelgrote duinen. Ook de matig gesorteerde gemiddelde zanden, zoals bijvoorbeeld ten zuidwesten van de pijpleiding komen beter tot uiting en de substraatvariatie langs de duinstructuren (bv. zachte t.o.v. steile hellingen van de bodemvormen). De 'zachtste' substraten (laagste reflectiviteit) komen hier voor op de kammen van de duinen en zijn geassocieerd met goed gesorteerd middelgrof zand.

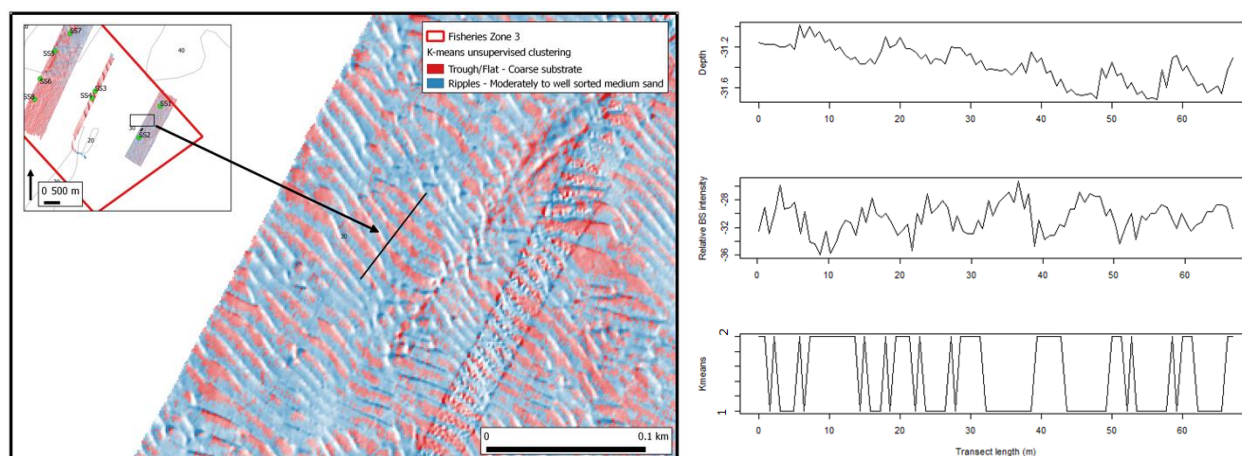


Figuur 22. Voorkomen van grofkorrelige versus zandige substraten in de deelgebieden op basis van een 2-cluster k-means zeebodemclassificatie.

Figuur 24 illustreert tenslotte de relatie tussen de morfologie, de terugverstrooiingswaarden en de k-means zeebodemclassificatie. Data zijn geëxtraheerd van een 70 m lang NO-ZW georiënteerd profiel doorheen een veld met kleine tot middelgrote duinen (hoogte: 0.3-0.5 m; golflengte van 10 m). De kruinen van de bodemvormen zijn gekenmerkt door een lage reflectiviteit wat wellicht overeenkomt met het voorkomen van matig tot goed gesorteerde zanden. De troggen en vlakke gebieden blijken indicatief voor het voorkomen van grofkorrelige substraten, zoals grind en bioklastisch materiaal.



Figuur 23. Verfijning van de zeebodemklassen rekening houdende met de morfologie waarin de substraten voorkomen op basis van een 3-cluster k-means zeebodemclassificatie.



Figuur 24. Links: Detailvoorstelling van hoe het substraattypen kan variëren met de kleinschalige morfologie van een door bodemvormen gedomineerde zeebodem (Box 1). Rechts: Relatie diepte (m LAT), terugverstrooiingswaarden (dB) van het akoestische signaal en de k-means zeebodemclassificatie. Het grovere substraat komt hier voor in de trogjes (k-means = 1); de kruinen zijn samengesteld uit matig tot goed gesorteerde zanden (k-means = 2).

Conclusie

Als conclusie kan gesteld worden dat het grootste grindvoorkomen in zone 3 verwacht wordt ten zuiden van de paleovalleirand, zoals vanuit geologische criteria vooropgesteld werd. In zone 3 is het grootste oppervlak dan ook te vinden in de geul tussen de Westhinder en Oosthinder zandbank. In de andere gebieden komt ook grind voor, maar in beperktere mate. In die gebieden komt ook veel zand voor dat actief getransporteerd kan worden door het huidige getijde- en golfklimaat.

KRMS indicatoren

Met betrekking tot het fysische habitat heeft België twee indicatoren vooropgesteld die bijdragen tot het bepalen van een goede milieutoestand:

- ET7: Het ruimtelijke bereik en de spreiding van de EUNIS habitats van niveau 3 (zanderige modder tot modder, modderig zand tot zand en grindhoudend sediment), evenals dat van grindbedden schommelen - in verhouding tot de referentiestatus zoals beschreven in de Initiële beoordeling – binnen een marge die zich beperkt tot de accuraatheid van de huidige distributiemappen.
- ET17: Binnen in de grindbedden te definiëren testzones mag de verhouding van de oppervlakken met harde substraten (meer bepaald de oppervlakken die gekoloniseerd worden door epifauna van hard substraat) ten opzichte van de oppervlakken met zacht sediment (meer bepaald oppervlakken bovenop het hard substraat en die de ontwikkeling van de substraatfauna verhinderen) geen negatieve trend vertonen.

Gerelateerd aan ET7 werd zone 3 in de initiële beoordeling grotendeels als een gebied met grove sedimenten gekarteerd (Belgische Staat, 2012). Dit is gebaseerd op een eerder grootschalige interpolatie van puntwaarnemingen (schaal 1:1.000.000) waarbij sedimenten met meer dan 5 % grind (granulometrisch is dit de fractie > 2 mm) als grofkorrelig werden geclassificeerd. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen geogeen en bioklastisch grind. Omwille van de bijmenging aan schelpengruis in de zeewaartse gebieden is deze drempel voor een classificering als grof sediment relatief snel bereikt. Een vergelijking met multibeamdata, met zoals hier 1 m resolutie, leidt inherent dan ook tot grote verschillen. Bovendien werd sinds 2012 vooral een Hamon grab gebruikt wat, in tegenstelling tot de vroegere Van Veen bemonstering, de volledige sedimentmatrix extraheert. In recente stalen is, in tegenstelling met vroeger, meer bijmenging van de silt-klei fractie bemonsterd. Dit leidt tot een classificatie van gemengde sedimenten i.p.v. grofkorrelige sedimenten (Van Lancker et al., 2016) en zou een habitatverandering kunnen aanduiden. Onderzoek is lopende om deze bevindingen te staven, alsook om uit te sluiten dat de verschillen te wijten zijn aan de staalnametechnieken. Zie Van Lancker et al. (2016) voor een discussie hieromtrent, alsook voor de uitdagingen in het karteren van grindbedden. Vanuit multibeamdata is het niet mogelijk gemengde sedimenten rechtstreeks te karteren. Weliswaar zal uit herhaalbare multibeamwaarnemingen de mogelijke uitbreiding van de zandvoorkomens in de grindvelden kunnen gekarteerd worden en zullen, op basis hiervan, gerichte staalnames verder een verzandings- en/of versiltingsproces kunnen aanduiden (Van Lancker et al., in prep.).

De indicator ET17 is enkel getest in een grindgebied in zone 4 en in de Vlaamse Banken regio waar tijdsreeksen van multibeam diepte- en terugverstrooiingswaarden beschikbaar zijn. De methodologie wordt beschreven in Montereale-Gavazzi et al. (2017). De analyses lieten toe de evolutie van zacht versus hard substraat in de tijd op te volgen. In de grindbedden van zone 4 konden fluctuaties worden waargenomen die overeenkwamen met verzandingsperiodes. De relatie met natuurlijke en antropogene drukken is echter nog niet duidelijk vast te stellen.

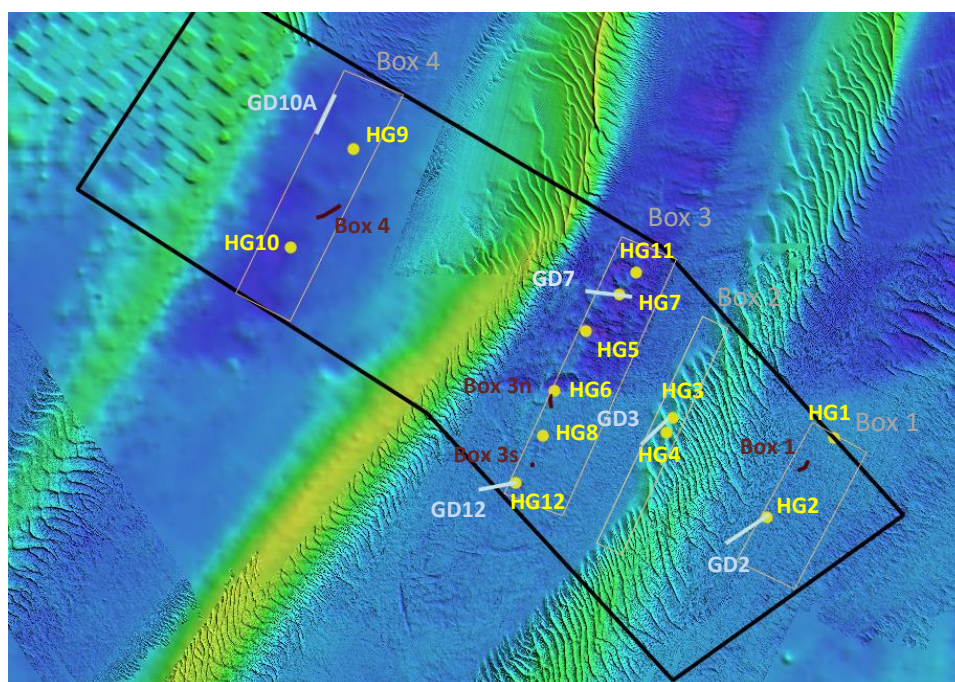
Biologische monitoring

Auteurs: Ilse De Mesel, Danae Kapasakali, Francis Kerckhof

Methode

Onderzoeksgebied

In de vier boxen die zijn afgebakend en in kaart zijn gebracht met behulp van multibeam echosounder opnames (zie Karakterisering van het fysisch habitat) zijn telkens een aantal staalname punten gedefinieerd waar biologische stalen zijn verzameld (Figuur 25). Met de Hamon grab zijn op 12 locaties in de geulen tussen de zandbanken stalen verzameld (15 december 2016), met de Gilson dreg zijn vijf locaties bemonsterd (juli 2017). Daarnaast is het gebied ook in kaart gebracht aan de hand van videobeelden. Er zijn vier videotracks geanalyseerd (15 juni 2017).



Figuur 25. Overzicht van de staalname locaties in zone 3: Hamon grab (HG, geel), Gilson dreg (GD, wit) en de video trajecten (Box, rood)

Staalnametechnieken

Hamon grab

De Hamon grab is een robuust staalnametuig dat geschikt is voor het bemonsteren van bodemstalen in grindbedden. Zowel grindblokken als het zachte onderliggende sediment kunnen efficiënt worden bemonsterd. De totale oppervlakte van een staal bedraagt 0.12 m².

Gilson dreg

De Gilson dreg is 1 m breed en bestaat uit een ploeg met daarachter een net gespannen dat voorzien is van kettingen. Het is een replica van het type staalnametuig waarmee Prof. Gilson begin vorige eeuw surveys heeft uitgevoerd in de Belgische grindbedden. De dreg wordt gebruikt voor het

bemonsteren van stenen en de vastgehechte fauna. De stalen zijn verzameld over een sleepafstand van ongeveer 500 m.

Video frame

Een 'towed video system' is gebruikt om beeldmateriaal te verzamelen. Het systeem bestaat uit een camera (ROS Inspector Kleurencamera) die in een frame (1 m X 1 m) wordt bevestigd. De beelden worden gemaakt op ongeveer een meter boven de bodem terwijl het schip drift. Videobeelden zijn verzameld gedurende 10 tot 15 minuten, over een afstand van 115 m tot 361 m.

Sedimentkarakteristieken

Om de sedimenten op een zo compleet mogelijke manier te beschrijven, zijn stalen van de verschillende staalnametuigen geanalyseerd, en zijn een resem aan technieken gebruikt voor de kwantificering, zoals hieronder beschreven.

Zacht substraat

Van de Hamon grab stalen zijn substalen (max. 50 cm³) verzameld voor korrelgrootteanalyse. De analyse is uitgevoerd met een laser diffractometer (Malvern Mastersizer 3000, RCMG, zie Karakterisering van het fysisch habitat)

Deze analyse resulteert in een korrelgrootteverdeling voor fracties kleiner dan 2 mm.

Grind

Alle grind en stenen in de Hamon grab aanwezig en groter dan 4 mm zijn uit de stalen geëxtraheerd, gefotografeerd en aan de hand van ImageJ op grootte geanalyseerd (<https://imagej.nih.gov/ij/>). Hiervoor is de indeling in fractiegroottes zoals beschreven door Blott & Pye (2001) gehanteerd. Dit leverde een verdeling van het grovere sediment in categorieën gaande van 'fine gravel' (4-8 mm) tot 'small boulders' (256-512 mm).

Alle stenen die met de Gilson dredge zijn verzameld zijn aan boord gefotografeerd. Aan de hand van beeldanalyse is in het labo het aantal stenen dat in de stalen aanwezig was gekwantificeerd, en de aan-of afwezigheid van begroeiing genoteerd.

De beelden die zijn verzameld met het videoframe zijn geanalyseerd naar analogie met het protocol van Sheehan et al (2013). Uit de film is om de 10 seconden een beeld geëxtraheerd met behulp van VLC videoplayer. Beelden die overlappen of niet scherp waren zijn uit de analyse geweerd. Wat overbleef is een set van 26 tot 67 beelden per station, afhankelijk van de kwaliteit van het beeldmateriaal, waaruit 20 beelden at random zijn geselecteerd om het gebied te karakteriseren wat betreft de beschikbaarheid van hard substraat op de zeebodem. Bij de analyse van het type sediment is de volgende classificatie gehanteerd: kiezel (< 5 cm), keien (5-20 cm) of stenen (> 20 cm) aanwezig in het beeld. De classificatie van Blott & Pye (2001) (zie eerder) kon hier niet worden gevolgd, omdat observaties met dergelijke nauwkeurigheid niet haalbaar zijn. Per frame is genoteerd welke grootteklasse aan fragmenten in het beeld aanwezig zijn.

Schelpfractie

In de Hamon grab stalen waren ook schelpfracties aanwezig. In de literatuur wordt weinig aandacht besteed aan de manier waarop schelpfracties kunnen worden gekwantificeerd. Voor deze studie is een kwalitatieve beschrijving gemaakt van de grootte en de hoeveelheid schelpmateriaal, zodat dit op een beschrijvende manier in de analyse kan worden opgenomen.

Macrofauna

Hamon grab

De Hamon grab stalen zijn aan boord gezeefd over een 1 mm zeef en bewaard op formaldehyde (4% oplossing). In het labo zijn de organismen uit de matrix geëxtraheerd door decanteren. De efficiëntie van de methode is gecontroleerd door het residu van vier stalen volledig te doorzoeken na decantering. Er werden bij deze controles geen organismen teruggevonden in de matrix. De fauna is vervolgens in het lab geanalyseerd op het laagst mogelijk taxonomisch niveau. De aantallen zijn omgerekend naar individuen per m². Deze data zijn gebruikt om dichtheden uit te drukken en voor de gemeenschapsanalyse.

Organismen die aan keien en stenen waren vastgehecht zijn ook geïdentificeerd, en de aanwezigheid werd genoteerd. Hun aanwezigheid is in rekening gebracht voor de diversiteitsbepaling (aantal soorten).

Gilson dreg

De epifauna die aan de stenen was vastgehecht, is aan boord van het staalnamevaartuig geïdentificeerd en er is genoteerd op hoeveel stenen een organisme voorkomt. Organismen waarvan onzekerheid bestond betreffende de taxonomie zijn gefixeerd op formaldehyde (4% oplossing) en op soort gebracht in het labo. Los voorkomende soorten, zoals de wulk *Buccinum undatum*, zijn geteld en gemeten.

Soorten die als KRMS indicator zijn opgegeven zijn, indien nodig, bewaard voor de analyse van de grootte of andere karakteristieken.

Video frame

De kwaliteit van de beelden liet niet toe om de organismen te identificeren.

KRMS milieudoelen

Voor de grindbedden zijn vijf milieudoelen gedefinieerd in het kader van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRMS) die zijn gerelateerd aan het voorkomen van soorten:

- Positieve trend in de mediane kolonie/lichaamsgrootte van sessiele, langlevende en/of grotere benthische soorten *Buccinum undatum*, *Mytilus edulis*, *Flustra foliacea*, *Haliclona oculata* en *Alcyonium digitatum*.
- Positieve trend in frequentie van voorkomen en mediane dichtheid van de volwassenen van minimaal de helft van de belangrijkste en langlevende soorten *Ostrea edulis*, *Sabellaria spinulosa*, *Mytilus edulis*, *Buccinum undatum*, *Haliclona oculata*, *Alcyonium digitatum* en *Alcyonidium* spp.

- Geen afname of positieve trend van de soortenrijkdom binnen alle belangrijkste taxa harde substraten, meer bepaald Porifera, Cnidaria, Bryozoa, Polychaeta, Malacostraca, Maxillopoda, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata en Ascidiacea.
- Afname van de relatieve frequentie van voorkomen van verstoorde *Asterias rubens* (armlengte + 2cm), evenals van clusters van kokers *Pomatoceros triqueter* - wat wijst op een fysieke verstoring van de bodem (= druk-indicator) - en die de natuurlijke ontwikkeling van het grindbed ecosysteem (= gewenste situatie) bevordert.

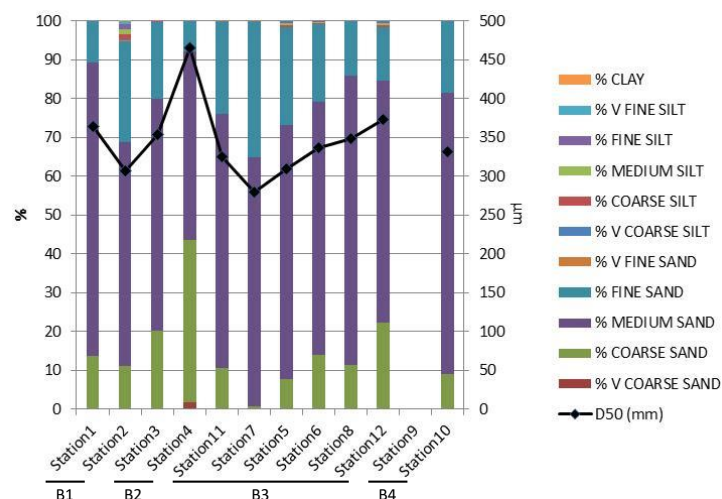
Resultaten

Sedimentkarakteristieken

Zacht substraat

De sedimentmatrix (< 2 mm) wordt in alle stations gedomineerd door medium zand met grote fracties fijn en grof zand (Figuur 26). In een klein aantal stalen is ook een silt fractie waargenomen.

- In Box 1 varieert de mediane korrelgrootte tussen 308 μm (Station 2) en 363 μm (Station 1). In Station 2 is een fractie van 5% silt aangetroffen, de hoogste waarde over alle stalen heen.
- De mediane korrelgrootte is sterk verschillend tussen beide stalen in Box 2. In Station 4 zijn de grofste sedimenten uit het volledige onderzoeksgebied waargenomen (465 μm), ten gevolge van een relatief grote fractie aan grof zand. De mediane korrelgrootte in Station 3 bedraagt 354 μm en er is een kleine silt fractie (0.3%) aanwezig.
- In Box 3 is de mediane korrelgrootte het kleinst in station 7 (280 μm), waar de fractie grof zand nagenoeg volledig ontbreekt. In de andere stations varieert de mediane korrelgrootte tussen 310 μm (station 5) en 372 μm (station 12). Een silt fractie is aanwezig in Station 5 (1.5%), Station 6 (0.9%) en Station 12 (1.6%).
- In Box 4 ten slotte is enkel voor Station 10 data bekend, omwille van het falen van het analysetoestel voor staal 9. De mediane korrelgrootte bedraagt 331 μm .



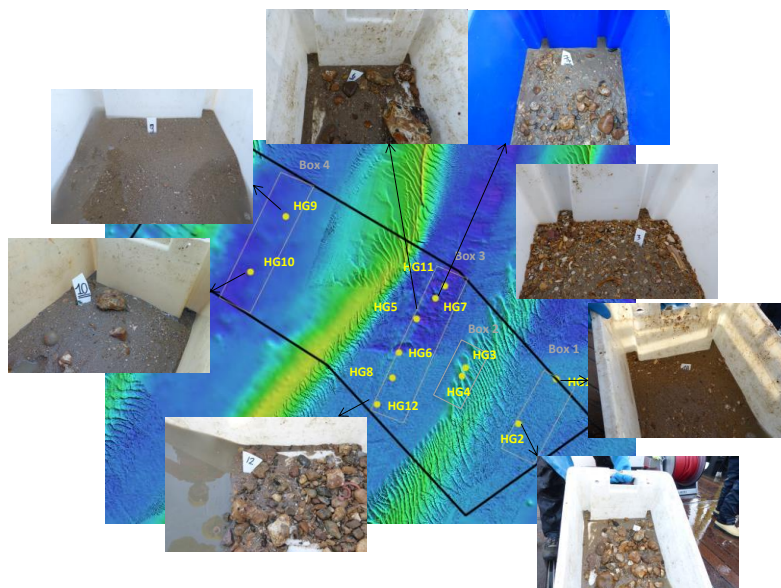
Figuur 26. Mediane korrelgrootte (lijn) en percentage van de verschillende fracties in de sedimentmatrix (staven)

Grind

De grindfractie is op basis van verschillende staalname technieken geanalyseerd.

In de stalen die zijn verzameld met de Hamon Grab is de sedimentfractie groter dan 4 mm beschreven (Blott and Pye, 2001). De grootte van het grind vertoont een grote heterogeniteit in de onderzochte gebieden (Figuur 27 en Figuur 28A):

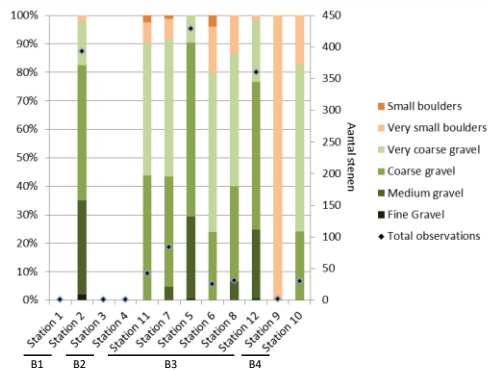
- In Box 1 is in Station 1 geen grind gevonden, terwijl 392 grindblokken in Station 2 zijn geteld, voornamelijk binnen de grootteklassen van 'medium gravel' (8-16 mm) en 'coarse gravel' (16-32 mm).
- In Box 2 (Station 3 en Station 4) zijn geen grindblokken aangetroffen in beide stalen.
- In Box 3 varieert het aantal fragmenten tussen 25 (Station 6) en 428 (Station 5). In de stations met de hoogste aantallen stenen domineert 'medium gravel' (8-16 mm) en 'coarse gravel' (16-32 mm), in de andere stations domineert 'very coarse gravel' (32-64 mm).
- In Box 4 zijn weinig stenen gevonden: in Station 9 slechts één 'very small boulder' (64-128 mm) en in Station 10 zijn 29 stenen geteld gaande van 'coarse gravel' (16-32 mm) tot 'very small boulders' (64-128 mm).



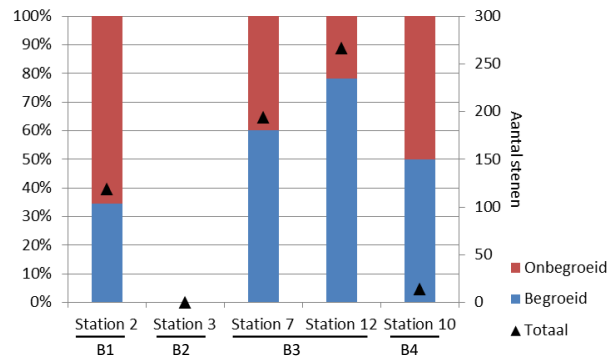
Figuur 27. Overzicht van een aantal stalen verzameld met de Hamon grab

Met de Gilson dreg zijn stalen verzameld in vijf stations verdeeld over de vier boxen (Figuur 28B; Figuur 29). De stenen variëren wat betreft grootte tussen 'coarse gravel' (64-128 mm) en 'medium boulders' (256-512 mm).

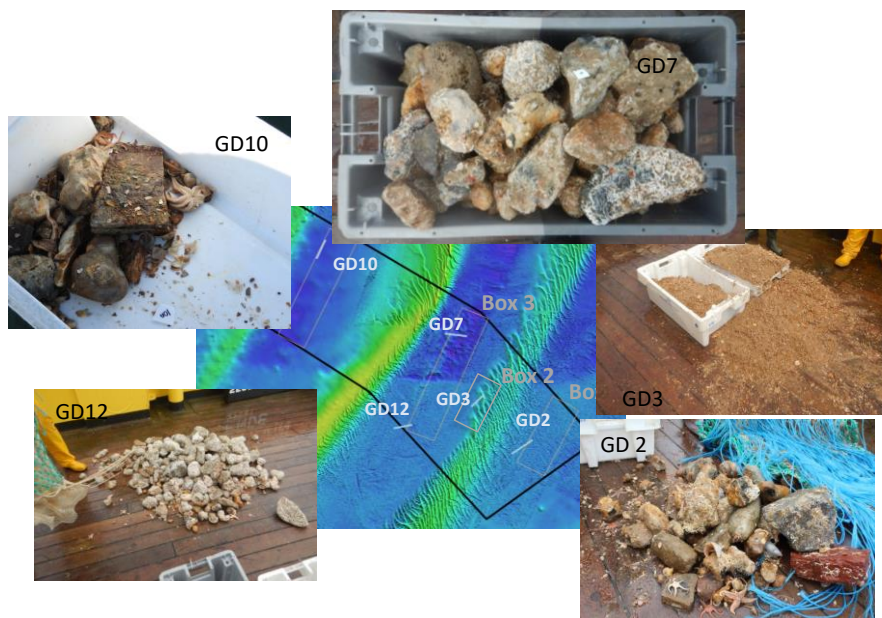
- In Box 1 is een matige hoeveelheid stenen gevonden (129 in totaal), waarvan het grootste deel (66%) onbegroeid waren.
- De resultaten van de Gilson dreg bevestigen het ontbreken van stenen in Box 2 (Station 3).
- In Box 3 zijn zowel in Station 7 als Station 12 relatief hoge aantallen stenen geobserveerd, met ook een hoog percentage aan stenen waarop organismen zijn vastgehecht (60% en 78%, respectievelijk).
- In Box 4 zijn slechts 12 stenen bemonsterd in Station 10, waarvan er zeven zijn begroeid.



Figuur 28A. Totaal aantal stenen (punten) bemonsterd met de Hamon grab en de relatieve verdeling van de grindblokken over verschillende grootteklassen: fine gravel (4-8 mm), medium gravel (8-16 mm), coarse gravel (16-32 mm), very coarse gravel (32-64 mm), very small boulders (64-128 mm), small boulders (128-256 mm)



Figuur 28B. Totaal aantal stenen (punten) bemonsterd met de Gilson Dreg, met aanduiding van het aantal begroeide en onbegroeide stenen



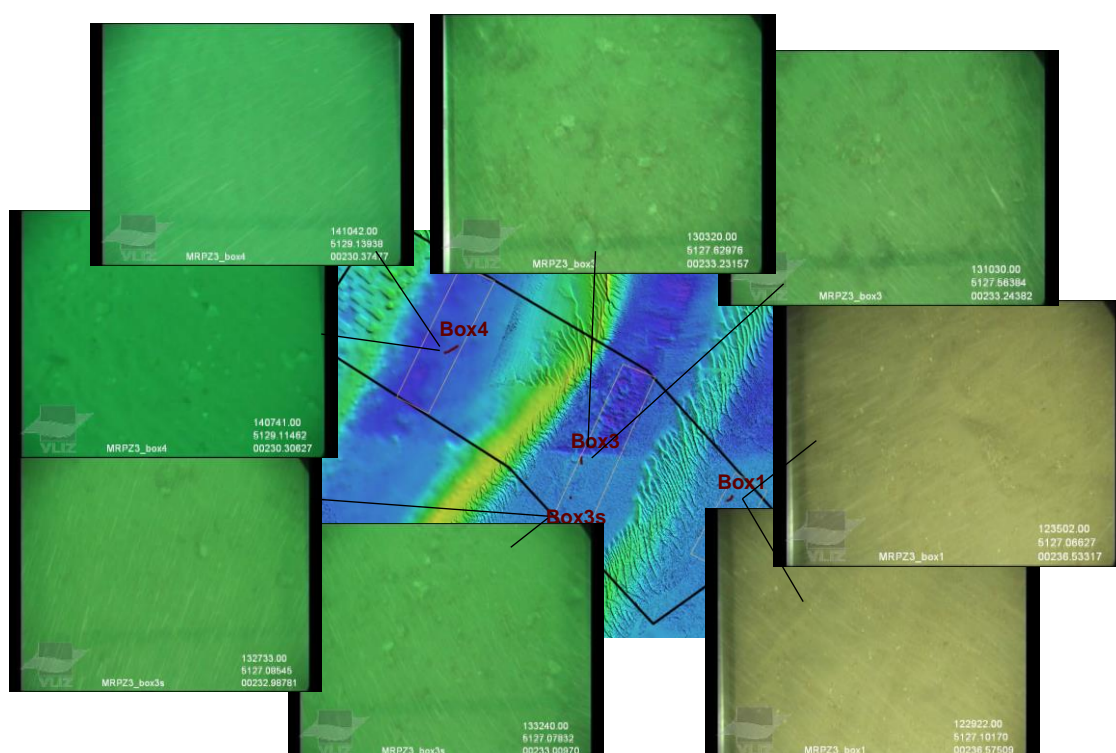
Figuur 29. Overzicht van een de stalen verzameld met de Gilson Dreg

Tot slot is op basis van beelden van de video een karakterisering gebeurd van de sedimenten (Figuur 30). Tabel 3 geeft een overzicht van de waarnemingen van gravel (< 5cm), keien (5-20 cm) en stenen (>20 cm) in de 20 frames van elk transect in respectievelijk Box 1, Box 3 (noord en zuid) en Box 4. In Box 2 zijn geen videobeelden verzameld, omdat duidelijk was op basis van de gegevens die zijn verzameld met de Gilson dreg en de Hamon grab, dat dit een zandig gebied betreft.

- In box 1 is slechts in 3 frames grind geobserveerd.
- De aanwezigheid van relatief veel stenig materiaal in Box 3 is bevestigd door de waarnemingen op basis van het videoframe. Op beide transecten (noord en zuid) is op elke geanalyseerd beeld grind waargenomen en zijn op 12 (noord) en 8 beelden (zuid) keien te zien.
- In Box 4 is op 12 van de 20 beelden grind waargenomen, en een aantal keien en stenen (respectievelijk op 2 en 1 beelden).

Tabel 3. Aantal frames met voorkomen van grind, keien en stenen, en het totaal aantal stenen waarin één of meerdere van deze categorieën voorkwamen

Box	gravel	keien	stenen	Totaal
Box1	1	2	1	3
Box3noord	20	12		20
Box3zuid	20	8		20
Box4	12	2	1	13



Figuur 30: Overzicht van een aantal videobeelden

Schelpfractie

De schelpfracties in de verschillende stalen variëren van 'weinig' tot 'veel' met een wisselende schelpgrootte. Een overzicht van de kwalitatieve beschrijving wordt gegeven in tabel 4.

- In beide stations van Box 1 is veel, maar fijn (≤ 2 cm), schelpengruis geobserveerd
- Ook in Box 2 is veel schelpengruis waargenomen, zij het als doorgaans grotere fragmenten (≤ 5 cm).
- Box 3 wordt gekenmerkt door een grote variatie aan schelpengruis, zowel wat betreft de grootte (fragmenten van 2 tot 4 cm) als hoeveelheid.
- In beide stations van Box 4 is veel schelpengruis aanwezig, maar met sterke verschillen in de grootte ervan.

Tabel 4. Kwalitatieve beschrijving van de schelpfracties in de Hamon Grab.

Box	Staal	Grootte	Hoeveelheid
Box 1	station1	≤ 2 cm	veel
	station2	≤ 2 cm	veel
Box 2	station3	≤ 5 cm	Veel
	station4	≤ 5 cm	Veel
Box 3	station11	≤ 4 cm	Veel
	station7	≤ 2 cm	Weinig
	station5	≤ 2 cm	Weinig
	station6	≤ 2 cm	Weinig
	station8	≤ 2 cm	Veel
	station12	≤ 3 cm	Weinig
Box 4	station9	≤ 1 cm	Veel
	station10	≤ 7 cm	Veel

Macrofauna

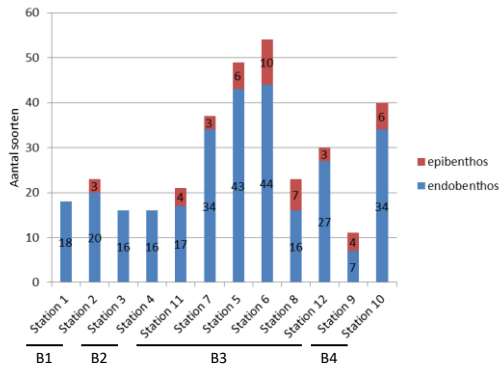
Endo- en epifauna (Hamon grab)

De meest soortenrijke groepen zijn de Annelida, alle Polychaeta (46 soorten), en Arthropoda (30 soorten, waarvan 19 soorten Amphipoda). Andere soortenrijke taxa zijn de Mollusca (10 soorten, waaronder 7 soorten Bivalvia, 2 soorten Gastropoda en 1 soort Polyplacophora) en Echinodermata (6 soorten).

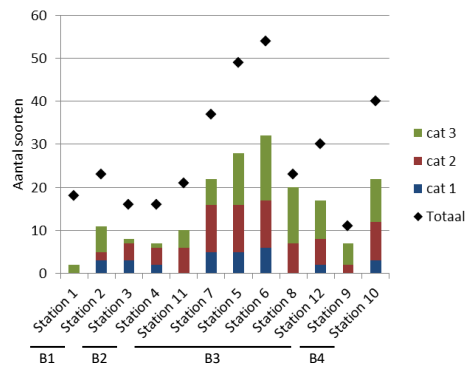
In Box 1 (Station 1 en Station 2) zijn 18 en 23 soorten waargenomen, en in Box 2 (Station 3 en Station 4) telkens 16 soorten. De hoogste soortenrijkdom is gevonden in Station 5 en Station 6 in Box 3, met 49 en 54 soorten, respectievelijk (Figuur 31A). In de andere stalen van Box 3 varieert de soortenrijkdom van 21 (Station 11) tot 37 (Station 7). In het meest westelijke gebied (Box 4) zijn zowel erg lage (11 soorten in Station 9) als erg hoge aantallen (40 soorten in Station 10) teruggevonden.

Een aantal soorten leven vastgehecht op de stenen, zoals *Tubularia* sp., *Pomatoceros triqueter* en verschillende Bryozoa soorten, en zijn aangeduid als epibenthos (Figuur 31A). De meeste soorten leven echter in de matrix van de bodem, en zijn aangeduid als endobenthos (Figuur 31A). Toch komen een aantal van deze soorten typisch voor in grindbedden, en hebben ze op de een of andere manier de grindblokken nodig voor hun overleving of voortplanting. In Figuur 31B is het totaal aantal endobenthische soorten weergegeven, en het aantal soorten dat afhankelijk is van de grindbedden, omdat ze (i) zich vasthechten op de stenen (categorie 3), (ii) ze wel mobiel zijn maar op of onder de stenen leven (categorie 2) of (iii) ze een duidelijke voorkeur vertonen voor een habitat met de aanwezigheid van harde substraten (categorie 1). De rest van de soorten is niet typisch geassocieerd met harde substraten of grindbedden, maar zijn typische bewoners van zachte substraten. De vergelijking van het totale aantal soorten en de soorten typisch geassocieerd met harde substraten, toont de toegevoegde waarde van harde substraten aan de diversiteit van het gebied. In de stenenrijke gebieden worden 33% (station 11) tot 76% (station 8) van de soorten gelinkt aan het voorkomen van harde substraten of grindblokken. Het aantal soorten is op locaties met grindblokken dan ook hoger dan op locaties zonder grind.

Verder lijkt ook de hoeveelheid schelpengruis een impact te hebben op de soortenrijkdom. In Station 5, Station 6, Station 7 en Station 12 is, in tegenstelling tot de andere stations, een kleine schelpenfractie waargenomen, en daar is de soortenrijkdom hoger dan op de andere locaties. Enkel Station 10 uit Box 4 heeft een vergelijkbaar aantal soorten in aanwezigheid van een relatief grote schelpenfractie.

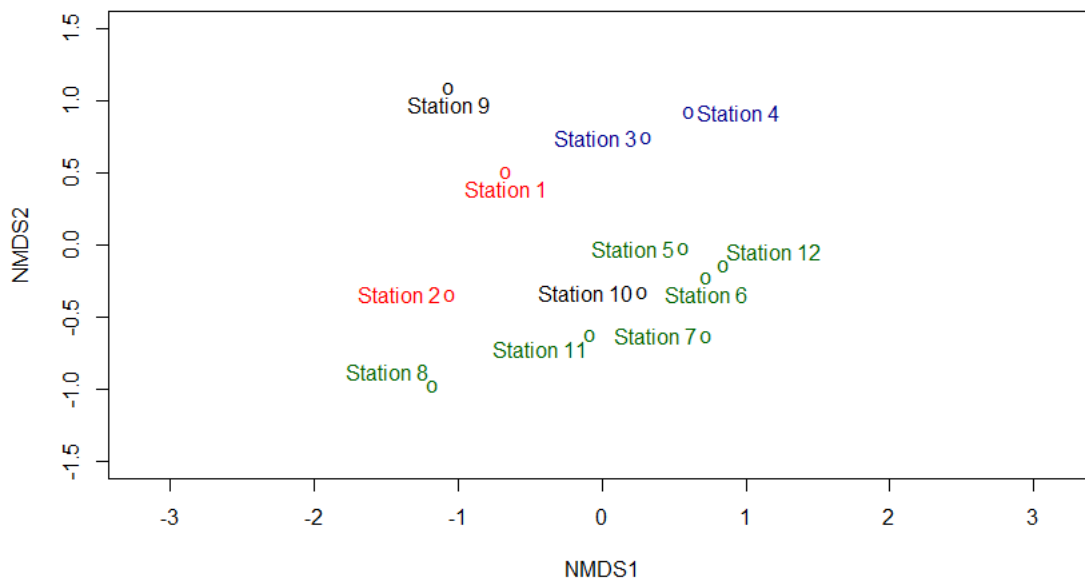


Figuur 31A. Aantal soorten in de sedimentmatrix (endobenthos) en vastgehecht op de stenen (epibenthos)



Figuur 31B. Aantal soorten met aanduiding van het totale aantal (punten) en het aantal organismen dat op de een of andere manier verbonden zijn met harde substraten (categorie 1, 2 en 3; zie tekst)

Gemeenschapssamenstelling endofauna

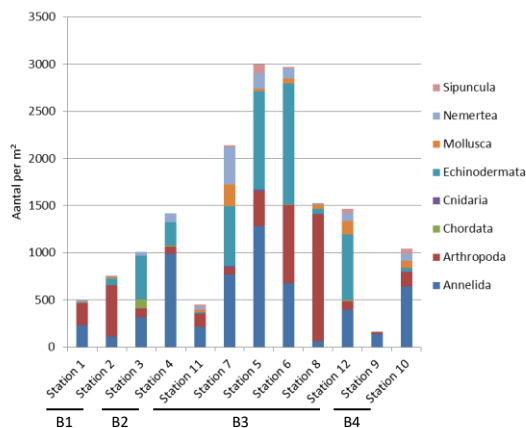


Figuur 32. MDS plot (na vierkantswortel transformatie van de dichtheitsgegevens) van het endobenthos (stress value 0.17) (rood: Box 1, groen: Box 2, blauw: Box 3, zwart: Box 4)

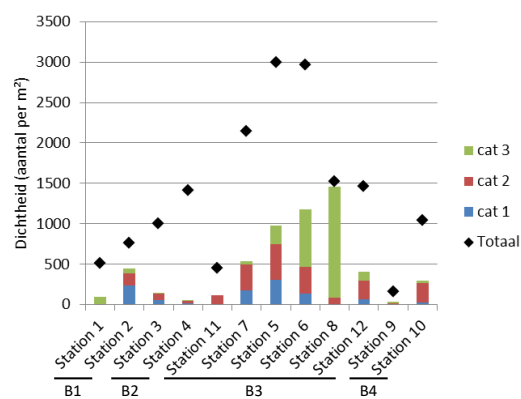
De gemeenschapssamenstelling in afwezigheid van grindblokken (Stations 1, 3 en 4) onderscheidt zich van de andere locaties, alsook Station 9 waar slechts 1 steen is gevonden (Figuur 32). De samenstelling van de stalen in Box 1 en Box 4 verschillen hierdoor onderling sterk. De stalen van Box 3, beide zonder stenen, zijn onderling erg gelijkend.

Binnen de stations met grindblokken zien we een vermoedelijke impact van de aanwezigheid van schelpengruis in de matrix van de bodem op de gemeenschapssamenstelling. De Stations 5, 6, 7 en 12 vallen op door een kleine fractie aan schelpengruis in vergelijking met de ander vier stations en zijn wat afgescheiden van de andere stalen.

Dichtheid endofauna



Figuur 33A. Dichtheid van het endobenthos per staal en per taxon



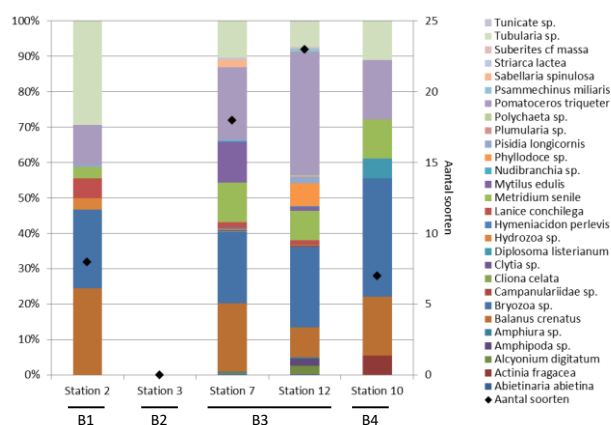
Figuur 33B. Dichtheid van het endobenthos met aanduiding van de totale dichtheid (punten) en de dichtheid van de organismen die op de een of andere manier verbonden zijn met harde substraten (categorie 1, 2 en 3; zie tekst)

De hoogste densiteiten zijn gevonden in Box 3, met aantallen tussen de 1466 ind.m² (Station 12) en 3000 ind.m² (Station 5), behalve in Station 11 waar erg lage dichtheden zijn genoteerd (450 ind.m²) (Figuur 33A). De stalen worden gedomineerd door Annelida (Polychaeta), Mollusca of Echinodermata. In Box 1 bedraagt de dichtheid 508 en 758 ind.m² in Station 1 en 2, respectievelijk, met een dominantie van Mollusca. In Box 4 is het verschil in dichtheid tussen beide stalen groot: 166 ind.m² in Station 9 en 1041 ind.m² in Station 10, met telkens een dominantie van Annelida (Polychaeta). In Box 2 wordt het grofzandige sediment van station 4 (1416 ind.m²) gedomineerd door Annelida (Polychaeta) en station 3 (1008 ind.m²) door Echinodermata.

De typische hard substraat soorten (weergegeven als categorie 1, 2 of 3; zie eerder) bepalen 25.3% tot 59.3% van de totale dichtheid van het endobenthos in de stalen met grindblokken, en in één station (Station 8 uit Box 3) zelfs een fractie van 95.6% (Figuur 33B). Er kan echter geen link worden vastgesteld tussen het voorkomen van grind en de totale dichtheid. Wel worden hoge dichtheden geobserveerd in de stations met lage schelpfractie in de matrix (Station 5, Station 6, Station 7, Station 12).

Voorkomen epifauna (Gilson dreg)

Het aantal epibentische soorten is het hoogst in Box 3, met in totaal 23 soorten (in Station 12) en 18 soorten (in Station 7). In Box 1 (Station 2) zijn 8 soorten waargenomen en in Box 4 een totaal van slechts 7 soorten (Station 10) (Figuur 34).



Figuur 34. Epifauna (Gilson Dreg): het aantal stenen waarop de soort was vastgehecht uitgedrukt als percentage van het totaal aantal stenen (bar) en de soortenrijkdom in de verschillende stalen

Een aantal epibentische soorten komen voor in alle stalen: de zeepok *Balanus crenatus*, de zeeanjer *Metridium senile*, de hydroïdpoliep *Tubularia* sp., een mosdiertje *Bryozoa* sp. en de driehoekige kalkkokerworm *Pomatoceros triqueter*. Zeventien soorten zijn enkel in Box 3 waargenomen, waarvan acht in beide stalen, onder andere Dodemansduim *Alcyonium digitatum*, de mossel *Mytilus edulis*, zij het voornamelijk als juvenielen en de melkwitte arkschelp *Striarca lactea* een paar individuen van een naaktslak (*Nudibranchia* sp.), twee sponsen, één tunicaat en sporen van *Sabellaria spinulosa*. Voor Box 4 (Station 10) is een aardbeianemoon *Actinia fragacea* gerapporteerd, alsook de grijze korstzakpijp *Diplosoma listrianum*, een niet-inheemse koloniale tunicaat die andere soorten overgroeit. De ecologische impact van deze soort is onbekend, maar blijft vermoedelijk beperkt.

KRMS indicatoren

- Positieve trend in de mediane kolonie/lichaamsgrootte van sessiele, langlevende en/of grotere bentische soorten *Buccinum undatum*, *Mytilus edulis*, *Flustra foliacea*, *Haliclona oculata* en *Alcyonium digitatum*.

Tabel 5. Overzicht van de indicatorsoorten

Indicator species	Size class	Occurrence
<i>Mytilus edulis</i>	Klein (<1 cm)	45 stones (7.7%)
	Medium (1-5 cm)	1 stone (0.2%)
	Groot (> 5 cm)	-
<i>Buccinum undatum</i>	Klein (< 5cm)	1 ind
	Groot (> 5 cm)	-
<i>Alcyonium digitatum</i>	Klein (<1 cm)	15 stones (2.6%)
	Medium (1-5 cm)	-
	Groot (> 5 cm)	-
<i>Flustra foliacea</i>	Klein (< 5cm)	-
	Groot (> 5 cm)	-
<i>Haliclona oculata</i>	Klein (< 5cm)	-
	Groot (> 5 cm)	-

Aangezien de monitoring pas recent is opgestart kunnen nog geen trends worden berekend. Het overzicht van de grootteklassen (Tabel 5) duidt echter wel aan dat slechts één van de indicator

soorten (*M. edulis*) als meerjarig individu is aangetroffen. Van de wulk *Buccinum undatum* is één onvolgroeid individu bemonsterd en van de dodemansduim *Alcyonium digitatum* zijn kleine kolonies aangetroffen op 14 stenen.

- Positieve trend in frequentie van voorkomen en mediane dichtheid van de volwassenen van minimaal de helft van de belangrijkste en langlevende soorten *Ostrea edulis*, *Sabellaria spinulosa*, *Mytilus edulis*, *Buccinum undatum*, *Haliclona oculata*, *Alcyonium digitatum* en *Alcyonidium* spp.

Van *M. edulis* is één meerjarig individu geobserveerd. De andere soorten zijn niet waargenomen als volwassen dier of volgroeide kolonie (*Buccinum undatum* en *Alcyonium digitatum*; zie ook tabel 5) of waren volledig afwezig in het gebied (*Ostrea edulis*, *Haliclona oculata*, *Alcyonidium* spp.). Ook hier is trendberekening niet mogelijk, gezien de korte looptijd van de monitoring.

- Geen afname of positieve trend van de soortenrijkdom binnen alle belangrijkste taxa harde substraten, meer bepaald Porifera, Cnidaria, Bryozoa, Polychaeta, Malacostraca, Maxillopoda, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata en Ascidiacea.

Tabel 6. Overzicht van de soortenrijkdom binnen de belangrijkste taxa

Phylum	Aantal soorten		
	Totaal	Zacht sub	Hard sub
Polychaeta	46	18	28
Malacostraca	30	16	14
Echinodermata	6	4	2
Cnidaria	8	0	8
Bivalvia	7	3	4
Gastropoda	2	1	1
Maxilipoda	1	0	1
Ascidiacea	2	0	2
Porifera	2	0	2
Bryozoa	3	0	3
Totaal	107	42	65

In totaal zijn 107 soorten gevonden binnen bovenvernoemde taxa (Tabel 6). Het grootste aantal, 65 of 60% van de aangetroffen soorten leeft typisch geassocieerd met harde substraten. De soortenrijkste groep zijn de Polychaeta, gevolgd door de Malacostraca.

De soortenrijkdom bij de Polychaeta en de Malacostraca is hoog, met respectievelijk 46 en 30 soorten. Binnen de Polychaeta zijn 28 soorten typisch geassocieerd met hard substraat, en binnen de Malacostraca zijn dat 14 soorten.

- Afname van de relatieve frequentie van voorkomen van verstoorde *Asterias rubens* (armlengte + 2cm), evenals van clusters van kokers *Pomatoceros triqueter* - wat wijst op een fysieke verstoring van de bodem (= druk-indicator) - en die de natuurlijke ontwikkeling van het grindbed ecosysteem (= gewenste situatie) bevordert.

Slechts 2.03% - of 3 van de 148 individuen - van de zeesterren *Asterias rubens* was beschadigd. Recente informatie heeft echter aangetoond dat de verstoring van *Asterias rubens* geen

betrouwbare indicator is voor fysieke verstoring. Ook in de windmolenparken, waar bodemverstorende menselijke activiteiten verboden zijn, worden grote aantallen zeesterren gevonden met beschadigde armen.

Het is praktisch onmogelijk gebleken om het aantal beschadigde clusters van *P. triqueter* te registreren. Er is daarom besloten de indicator te beoordelen op de aanwezigheid van intacte clusters die zich enkel kunnen ontwikkelen in afwezigheid van bodemberoering. Op 18.57% van de stenen (of 109 van de 587 stenen) zijn rifjes gevormd door *P. triqueter* waargenomen.

Conclusie

Het doel van de biologische monitoring was een zo compleet mogelijk beeld verkrijgen van de endo- en epifauna in zone 3 van het Marien Ruimtelijk Plan. Het voorkomen van fauna is direct gekoppeld aan het habitat dat aanwezig is, daarom is ook uitgebreid aandacht besteed aan de beschrijving van de sedimenten die in de stalen zijn aangetroffen.

In Box 1 zijn grindblokken aangetroffen, maar de verdeling ervan lijkt erg onregelmatig. Dit blijkt uit het grote verschil in aantal stenen tussen beide stations die in dit gebied zijn bemonsterd, en het beperkt aantal frames (drie van de 20) waar stenen zijn waargenomen. Deze waarneming is in overeenstemming met de conclusies die zijn getrokken op basis van de terugverstrooiingswaarden van de multibeam. De aan- of afwezigheid van grind heeft echter wel een impact op de levensgemeenschap: de soortenrijkdom is hoger en de soortgemeenschap verschilt in het grind habitat ten opzichte van het zandige habitat.

In Box 2 zijn geen stenen waargenomen. Het grind habitat rijk aan bentische soorten dat in de troggen van meer zuidelijk gelegen zandduinen aanwezig is (Houziaux et al., 2008), is hier niet waargenomen. De terugverstrooiingswaarden van de multibeam duiden op een grofkorrelig substraat en dit is bevestigd tijdens de staalnames. Toch vinden we ook hier een aantal typische grindsoorten. Veelal gaat het om kleinere soorten, zoals Amphipoda, die zich aan het vele schelpgruis, kunnen vasthechten.

Box 3 is veruit het rijkste gebied. In alle stalen die zijn verzameld, zowel Hamon grabs als Gilson dregs, en op alle videobeelden, is in meer of mindere mate grind waargenomen. Toch wordt ook dit gebied gekenmerkt door een zekere mate van patchiness, waarbij ofwel veel kleine of weinig grote stenen zijn geobserveerd in een station. Box 3 omvat de soortenrijkste stalen, zowel wat betreft de endo- als epifauna, en de stations met de hoogste densiteiten. Binnen dit gebied zien we indicaties dat het schelpengruis in de bodem een belangrijke rol zou kunnen spelen in de soortensamenstelling en de diversiteit van de endobenthische gemeenschap. Zowel het aantal hard substraat soorten (in de tekst aangeduid als categorie 1, 2 of 3 soorten) als zacht substraat soorten ligt hoger bij een lagere fractie schelpengruis. Een trendbreuk wat betreft het voorkomen van stenen of gemeenschapssamenstelling ter hoogte van de paleovalleirand nemen we niet waar.

In Box 4 tot slot, wordt grind aangetroffen maar telkens in erg lage aantallen, zoals werd verwacht op basis van de multibeamterugverstrooiingswaarden. De gemeenschapssamenstelling, het aantal soorten en de dichtheden verschillen sterk tussen beide stations. In het ene station is slechts één relatief grote steen bemonsterd. De soortensamenstelling vertoont er sterke gelijkenis met de stations zonder stenen en de gemeenschap wordt gekenmerkt door de laagste soortenrijkdom van alle bemonsterde stations. Het andere station met meerdere, voornamelijk kleinere stenen, wordt

gekaracteriseerd door een erg hoge soortenrijkdom, en een gemeenschap die clustert met de gemeenschappen van andere grindrijke stalen.

De KRMS indicatoren schetsen een negatief beeld van de toestand van de zone 3 van het Marien Ruimtelijk Plan. Hoewel we op een aantal plaatsen een rijke en diverse fauna waarnemen, zoals hierboven beschreven, ontbreken de fragiele soorten die zich vasthechten op harde substraten, zoals sponsen (e.g. *Haliclona oculata*), opgerichte Bryozoa (e.g. *Flustra foliacea*, *Alcyonidium digitatum*) of worden enkel kleine kolonies (e.g. van het zacht koraal *Alcyonium digitatum*) of individuen (e.g. *Mytilus edulis*) waargenomen. Deze soorten zijn kwetsbaar in relatie tot bodemberoerende activiteiten. Ze kunnen enkel uitgroeien tot hun volwaardige grootte als ze gedurende meerdere jaren niet worden verstoord. Onze waarnemingen duiden wel op een potentieel van het gebied voor het herstel van de fragiele fauna, indien bodemberoering wordt geweerd. Vooral Box 3 biedt veel perspectief, met de combinatie van verschillende types grind op een diverse matrix. Maar ook de andere boxen kunnen een ecologisch voordeel halen uit bescherming. Ook het weinige grind, of zelfs het schelpengruis, dat er aanwezig is, kan de basis vormen van een biogeen rif (bv. *Sabellaria spinulosa*, *Ostrea edulis*, etc) dat op zijn beurt een habitat biedt voor heel wat andere soorten.

Dankwoord

De karakterisering van het fysische habitat in zone 3 is grotendeels gerealiseerd door synergiën met het Belpo project INDI67 (BR/143/A2/INDI67) en monitoring MOZ4 (Monitoring van de impact van extractie van mariene aggregaten in casu zand, in de zone van de Hinder Banken) gefinancierd door de Vlaamse Overheid (contract 211.177) en door ZAGRI, het continue onderzoeksprogramma gerelateerd aan onderzoek naar de effecten van zandextractie op het mariene milieu. Scheepstijd aan boord van de RV Belgica werd toegekend door BELSPO en RBINS–OD Natuur. Scheepstijd aan boord van de RV Simon Stevin werd toegekend door het Vlaams Instituut van de Zee (VLIZ). Een bijzondere dankbetuiging aan de bemanning voor de ondersteuning van de activiteiten. Verder wensen we het VLIZ te bedanken voor het uitlenen van staalname apparatuur (Gilson dreg, Hamon grab, zeeftafel en videoframe). Universiteit Gent, Renard Centre of Marine Geology, bood de infrastructuur voor de korrelgrootanalyse van de sedimentmonsters. Graag willen we de leden van het begeleidingscomité en Steven Degraer bedanken voor hun waardevolle inbreng doorheen het project.

Referenties

- Belgische Staat, 2012. Determination of Good Environmental Status and establishment of environmental Targets for the Belgian marine waters. Art. 9 & 10: 33 pp. Brussels: Federal Public Service Health Food Chain Safety and Environment.
- De Clercq, M., Chademenos, V., Van Lancker, V., Missiaen, T., 2015. A high-resolution DEM for the Top-Palaeogene surface of the Belgian Continental Shelf. *Journal of Maps Online first*: 1-8. hdl.handle.net/10.1080/17445647.2015.1117992
- Degraer, S., Van Lancker, V., Moerkerke, G., Van Hoey, G., Vincx, M., Jacobs, P., Henriët, J.P., 2002. Intensive evaluation of the evolution of a protected benthic habitat: HABITAT. Final report. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC). Ministry of the Flemish Community, Environment and Infrastructure. Department: Waterways and Marine Affairs Administration, Coastal Waterways, 124pp.

- Deleu, S., Van Lancker, V., Van den Eynde, D., Moerkerke, G., 2004. Morphodynamic evolution of the kink of an offshore tidal sandbank: the Westhinder Bank (Southern North Sea). *Continental Shelf Research* 24(15), 1587-1610.
- Deleu, S., Van Lancker, V.R.M., 2007. Geological setting of gravel occurrences on the Belgian part of the North Sea, pp. 101-115. In: Van Lancker, V. *et al. Management, research and budgetting of aggregates in shelf seas related to end-users (Marebasse)*. Brussel: Belgian Science Policy.
- Le Bot, S., Van Lancker, V., Deleu, S., De Batist, M., Henriët, J. P., 2003. Tertiary and Quaternary geology of the Belgian continental shelf. Scientific support plan for a sustainable development policy, SPSPD II. Brussel: Belgian Science Policy, 75 pp.
- Hartigan, J. A., Wong, M. A., 1979. Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)* 28(1), 100-108.
- Houziaux, J.-S., Kerckhof, F., Degrendele, K., Roche, M., Norro, A., 2008. The Hinder banks: yet an important area for the Belgian marine biodiversity? Belgian Science Policy. 248 pp.
- Montereale-Gavazzi, G., Roche, M., Lurton, X., Degrendele, K., Terseleer, N., Van Lancker, V., 2017. Seafloor change detection using multibeam echosounder backscatter: case study on the Belgian part of the North Sea. *Marine Geophysical Research*, 1-19.
- Sheehan, E.V., Stevens, T.F., Gall, S.C., Cousens, S.L., Attrill, M.J., 2013. Recovery of a Temperate Reef Assemblage in a Marine Protected Area following the Exclusion of Towed Demersal Fishing. *PLoS ONE* 8(12): e83883. doi:10.1371/journal.pone.0083883
- Tulp, I., Prins, T., Tien, N., Craeymeersch, J., 2015. Monitorings- en onderzoeksplan vervolg monitoring PMR-NCV. Imares rapport C135/15
- Van Hoey, G., Vincx, M., Degraer, S., 2006. Abundance estimates of subtidal *Janice conchilega* populations based on tube counts. *Helgoland Marine Research* 60, 317-321
- Van Lancker, V., Du Four, I., Verfaillie, E., Deleu, S., Schelfaut, K., Fettweis, M., Van den Eynde, D., Francken, F., Monbaliu, J., Giardino, A., Portilla, J., Lanckneus, J., Moerkerke, G., Degraer, S. 2007. Management, research and budgetting of aggregates in shelf seas related to end-users (Marebasse). Brussel (B), Belgian Science Policy (D/2007/1191/49), 139 pp. + DVD « [Gis@SEA](#) » + Habitat Signature Catalogue.
- Van Lancker, V., Deronde, B., De Vos, K., Fettweis, M., Houthuys, R., Martens, C. and Mathys, M., 2015. Hoofdstuk 6. Kust en Zee, pp 340-408. In: Borremans, M. (ed.). *Geologie van Vlaanderen*. Gent: Academia Press. ISBN: 978-90-382-2433-6
- Van Lancker, V., Baeye, M., Montereale-Gavazzi, G., Van den Eynde, D., 2016. Monitoring of the impact of the extraction of marine aggregates, in casu sand, in the zone of the Hinder Banks. Period 1/1 – 31/12 2015 and Synthesis of results 2011-2015. Brussels, RBINS-OD Nature. Report <MOZ4-ZAGRI/I/VVL/2016/EN/SR01>, 84 pp. (+5 Annexes, 190 p).
- Van Lancker, V., 2017. Bedforms as Benthic Habitats: Living on the Edge, Chaos, Order and Complexity, pp. 195-198. In: Guillén, J, Acosta, J, Chiocci, FL, Palanques, A (Eds). *Atlas of Bedforms in the Western Mediterranean*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN: 978-3-319-33938-2. DOI 10.1007/978-3-319-33940-5_30
- Van Lancker, V., Kint, L., Montereale-Gavazzi, G., in prep. Beschrijvend element Zeebodemintegriteit D6 – Partim 1. Fysische verstoring en verlies van de zeebodem – beoordeling. In: Belgische Staat (in prep.). Beoordeling van de milieustatus van de Belgische marine wateren, Kaderrichtlijn Mariene Strategie.